

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-297926

(43)Date of publication of application : 17.10.2003

(51)Int.Cl.

H01L 21/822

H01G 4/255

H01L 27/04

H03H 3/10

H03H 9/145

(21)Application number : 2002-093377

(71)Applicant : FUJITSU QUANTUM DEVICES
LTD

(22)Date of filing : 28.03.2002

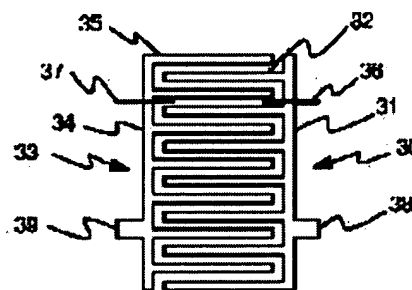
(72)Inventor : MIYAZAWA NAOYUKI

(54) INTERDIGITAL CAPACITOR AND METHOD FOR ADJUSTING ITS CAPACITY

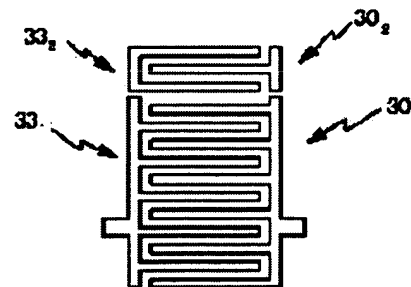
(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an interdigital capacitor that can precisely adjust its capacity at a high frequency band of more than several tens of GHz, as well as a method for adjusting its capacity.

SOLUTION: The capacitor includes a pair of comb-shaped electrodes (301 and 302) connected to signal lines plus at least one comb-shaped electrode (301 or 302) that is disconnected from the pair of comb-shaped electrodes and is not electrically connected to the signal lines. The capacity of the interdigital capacitor is adjusted by disconnecting the comb-shaped electrodes. The parts to be disconnected are provided as parts for disconnection, i.e., as parts different from the other comb-shaped electrodes.



(A)



(B)

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

18.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of
rejection]

[Kind of final disposal of application other than

BEST AVAILABLE COPY

the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2003-297926

(P 2003-297926 A)

(43) 公開日 平成15年10月17日 (2003. 10. 17)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 L	21/822	H 0 3 H 3/10	5E082
H 0 1 G	4/255	9/145	Z 5F038
H 0 1 L	27/04	H 0 1 L 27/04	V 5J097
H 0 3 H	3/10		H
	9/145		C
審査請求	有	請求項の数 27	OL (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2002-93377 (P2002-93377)	(71) 出願人	000154325 富士通カンタムデバイス株式会社 山梨県中巨摩郡昭和町大字紙漉阿原1000番地
(22) 出願日	平成14年3月28日 (2002. 3. 28)	(72) 発明者	宮澤 直行 山梨県中巨摩郡昭和町大字紙漉阿原1000番地 富士通カンタムデバイス株式会社内
		(74) 代理人	100087480 弁理士 片山 修平

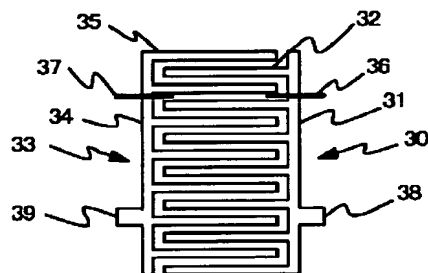
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インタディジタルキャパシタ及びその容量調整方法

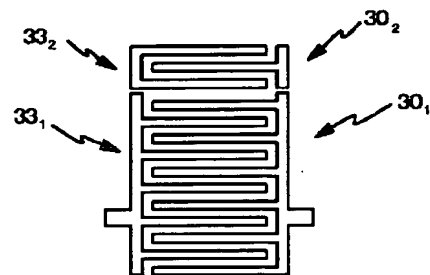
(57) 【要約】

【課題】 数十GHz以上の高い周波数帯域で精度良く容量を調整することができるインタディジタルキャパシタ及びその容量調整方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 信号ラインに接続された一対のくし形電極 (30₁、30₂) と、該一対のくし形電極から切断され、かつ前記信号ラインに電氣的に接続されていない少なくとも1つのくし形電極 (30₁、30₂) とを含む。くし形電極を切断することで、インタディジタルキャパシタの容量を調整する。切断する部分は切断対象部として、他のくし形電極の部分とはことなる部分として設けられている。



(A)



(B)

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体基板と、この上に形成された一対のくし形電極とを有し、該一対のくし形電極の少なくとも一方は切断対象部を有していることを特徴とするインタディジタルキャパシタ。

【請求項 2】 前記一対のくし形電極は電極指とこれを連結するバスラインとを有し、前記切断対象部は前記一対のくし形電極の少なくとも一方のバスラインに設けられていることを特徴とする請求項 1 記載のインタディジタルキャパシタ。

【請求項 3】 前記一対のくし形電極は電極指とこれを連結するバスラインとを有し、前記切断対象部は前記一対のくし形電極の少なくとも一方のバスラインに設けられ、前記切断対象部の幅は前記バスラインの他の部分よりも小さいことを特徴とする請求項 1 記載のインタディジタルキャパシタ。

【請求項 4】 前記一対のくし形電極は電極指とこれを連結するバスラインとを有し、前記切断対象部は前記一対のくし形電極の少なくとも一方のバスラインに設けられ、前記切断対象部の厚みは前記バスラインの他の部分よりも小さいことを特徴とする請求項 1 記載のインタディジタルキャパシタ。

【請求項 5】 前記一対のくし形電極は電極指とこれを連結するバスラインとを有し、前記切断対象部は前記一対のくし形電極の少なくとも一方のバスラインに設けられ、前記切断対象部は電極指が延びる方向とは反対の方向に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載のインタディジタルキャパシタ。

【請求項 6】 前記一対のくし形電極は電極指とこれを連結するバスラインとを有し、前記切断対象部は前記一対のくし形電極の少なくとも一方のバスラインに設けられ、前記切断対象部は前記半導体基板から離間した位置にあることを特徴とする請求項 1 記載のインタディジタルキャパシタ。

【請求項 7】 前記切断対象部の厚みは、前記バスラインよりも薄いことを特徴とする請求項 6 記載のインタディジタルキャパシタ。

【請求項 8】 前記切断対象部と前記バスラインとの間に絶縁膜が設けられ、該絶縁膜に設けられたビアを介して前記切断対象部と前記バスラインとは電氣的に接続されていることを特徴とする請求項 6 記載のインタディジタルキャパシタ。

【請求項 9】 前記一対のくし形電極の少なくとも一方は、前記切断対象部で切断されていることを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか一項記載のインタディジタルキャパシタ。

【請求項 10】 前記切断対象部は、前記一対のくし形電極の一方の電極指を複数個ごとに連結して信号ラインに接続する部分であることを特徴とする請求項 1 記載のインタディジタルキャパシタ。

【請求項 11】 前記一対のくし形電極の少なくとも一方は、前記切断対象部で切断されており、前記切断対象部は絶縁性の保護膜で覆われていることを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか一項記載のインタディジタルキャパシタ。

【請求項 12】 前記一対のくし形電極の他方にも、切断可能な切断対象部が設けられていることを特徴とする請求項 1 ないし 11 のいずれか一項記載のインタディジタルキャパシタ。

10 【請求項 13】 半導体基板と、この上に形成された一対のくし形電極とを有し、該くし形電極の各々は第 1 及び第 2 の電極部分を有し、該第 1 及び第 2 の電極部分は電極指の幅と長さで間隔の少なくとも一つが相違することを特徴とするインタディジタルキャパシタ。

【請求項 14】 前記第 1 の電極部分の電極指の幅と間隔は、前記第 2 の電極部分の幅と間隔よりも大きいことを特徴とする請求項 13 記載のインタディジタルキャパシタ。

20 【請求項 15】 前記第 1 の電極部分の電極指の長さは、前記第 2 の電極部分の長さよりも短いことを特徴とする請求項 13 記載のインタディジタルキャパシタ。

【請求項 16】 前記第 2 の電極部分に信号ラインが接続されていることを特徴とする請求項 12 から 15 のいずれか一項記載のインタディジタルキャパシタ。

【請求項 17】 前記一対のくし形電極は、切断された部分を含むことを特徴とする請求項 12 から 15 のいずれか一項記載のインタディジタルキャパシタ。

30 【請求項 18】 前記インタディジタルキャパシタは、前記半導体基板上に形成されている電子回路を構成する部品であることを特徴とする請求項 1 ないし 17 のいずれか一項記載のインタディジタルキャパシタ。

【請求項 19】 信号ラインに接続された一対のくし形電極と、該一対のくし形電極から切断され、かつ前記信号ラインに電氣的に接続されていない少なくとも 1 つのくし形電極とを含むことを特徴とするインタディジタルキャパシタ。

40 【請求項 20】 前記少なくとも 1 つのくし形電極は、前記一対のくし形電極の電極指が並んでいる方向に位置していることを特徴とする請求項 19 記載のインタディジタルキャパシタ。

【請求項 21】 請求項 1 から 19 のいずれか一項記載のインタディジタルキャパシタと、前記半導体基板上に形成される回路素子とを含むことを特徴とする半導体装置。

【請求項 22】 請求項 1 から 19 のいずれか一項記載のインタディジタルキャパシタを用いた回路と、該回路の出力信号を用いて送信信号又は受信信号を処理する回路とを具備することを特徴とする通信装置。

50 【請求項 23】 半導体基板上に形成された一対のくし形電極と、該一対のくし形電極を含む前記半導体基板上

に形成された絶縁膜とを備えたインタディジタルキャパシタの容量調整方法において、前記絶縁膜に窓を形成する第1の工程と、該窓を介して露出する前記一対のくし形電極のバスラインを切断する第2の工程とを有することを特徴とする容量調整方法。

【請求項24】 半導体基板上に形成された一対のくし形電極と、該一対のくし形電極を含む前記半導体基板上に形成された絶縁膜とを備えたインタディジタルキャパシタの容量調整方法において、第1の波長のレーザ光を照射して前記絶縁膜に窓を形成する第1の工程と、該窓を介して露出する前記一対のくし形電極を、前記第1の波長とは異なる第2の波長のレーザ光を用いて切断する第2の工程とを有することを特徴とする容量調整方法。

【請求項25】 前記容量調整方法は更に、前記窓を覆うように保護膜を塗布する第3の工程を含むことを特徴とする請求項23又は24に記載の容量調整方法。

【請求項26】 所望の特性が得られるまで、前記第1及び第2の工程を繰り返すことを特徴とする請求項23又は24記載の容量調整方法。

【請求項27】 前記一対のくし形電極に接続する信号ラインから最も離れた位置付近から前記第1及び第2の工程を開始し、切断位置を次第に前記信号ラインに近づく方向に移動させながら、所望の特性が得られるまで前記第1及び第2の工程を繰り返すことを特徴とする請求項23又は24記載の容量調整方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はキャパシタを具備する発振器などのデバイスに関し、より特定すれば、高周波回路で用いられるインタディジタルキャパシタに関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、1GHzを超えるような高い周波数を扱う高周波回路で用いられるキャパシタには、MIM(Metal Insulator Metal)キャパシタやインタディジタルキャパシタなどが広く用いられている。これらのキャパシタはMMIC(Monolithic Microwave Integrated Circuit)内に組み込まれる。MIMは、半絶縁性GaAs基板上に形成された1対の電極と電極間に設けられた誘電体とからなる。インタディジタルキャパシタは、半絶縁性GaAs基板などの上に形成されたインタディジタル電極パターンで構成される。

【0003】一般に、キャパシタの容量は周波数が高くなるほど小さくする必要がある。例えば、40GHz帯において必要となる容量値は30fFといった小さいものになる。このような小さな容量値のキャパシタは、必然的に小型となる。例えば単位面積当りの容量が0.4fF/ μm^2 のMIM容量で30fFの容量値を実現するためには、正方形電極の一辺は8.7 μm と極めて小

さい。この寸法を精度良く形成しないと、容量値が30fFからずれてしまう。この容量値の誤差は回路動作に様々な影響を及ぼす。例えば、MIMキャパシタが発振器の構成部品として用いられた場合、容量値の誤差は発振周波数の誤差となる。しかしながら、現在の技術ではMIMキャパシタの一辺が10 μm 以下の電極パターンを精度良く形成することは困難である。換言すれば、容量値のバラツキが大きい。

【0004】これに対し、インタディジタルキャパシタは30GHzを超えるミリ波帯域での使用に適しており、数十fFといった小さい容量を比較的精度良く形成することができる。インタディジタルキャパシタは、シリコンや半絶縁性GaAsなどの半導体基板上に形成された2つのくし形電極を備える。各くし形電極の電極指は交互に配置されている。

【0005】このようなインタディジタルキャパシタの容量を調整する手法が、特開平6-232672号公報に開示されている。この容量調整方法を図1を参照して説明する。図1において、シリコンや半絶縁性GaAsなどの基板上に、2つのくし形電極10、12が形成されている。また、弾性表面波の伝搬方向に容量調整用の電極指対14、16が形成されている。容量の調整は、容量調整用の電極指対14をワイヤボンディング18、20でくし形電極10、12に接続することで可能である。

【0006】また、特開平8-130433号公報には、くし形電極をトリミングして周波数を調整することについて記載されている。このトリミングによる周波数調整方法を、図2を参照して説明する。くし形電極22と24のうち、くし形電極24の上に酸化膜を形成する。酸化膜の形成は陽極酸化法などを用いる。容量を調整する場合には、酸化膜が形成されていないくし形電極22をトリミングする。トリミングの際、くし形電極22の金属が空中に飛んでくし形電極24上に付着する。しかし、くし形電極24は酸化膜で覆われているので、電極指間のショートやくし形電極22、24間のショートを防止することができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来技術はいずれも、30GHz以上のミリ波帯域で使用することはできない。

【0008】図3に、ミリ波帯域で用いられるインタディジタルキャパシタで実現する容量の一例を示す。0.005pFの容量を実現するには、くし形電極長L1を約60 μm 、電極指長L2を50 μm 、電極指幅Wを2 μm 、電極指間ギャップGを2 μm 、電極指総数Nを16本とする。このような0.005pFという小さな容量を調整するためには、例えば0.005pFステップで容量を調整できなければならない。

【0009】ところが、上記特開平6-232672号

公報に開示の技術は、5GHz以下の比較的低い周波数で用いられる1pFという大容量のキャパシタには適しているが、30GHz以上のミリ波帯域で用いられる0.05pFという小さな容量を高精度（例えば0.005pFステップ）で調整することは不可能である。何故ならば、ワイヤボンディング18や20を接続するためのボンディングパッドは最低でも50 μm^2 の面積を必要とし、その部分に0.2pF程度の容量が寄生してしまうからである。

【0010】また、上記特開平8-130433号公報に記載の技術は、酸化膜の形成に起因した問題点を持つ。インタディジタルキャパシタの周辺に素子があると、陽極酸化法などにより酸化膜を形成する際、素子がダメージを受けてしまう。特に、インタディジタルキャパシタとFETなどの素子を近接して配置する必要があるMMIC (Monolithic Microwave Integrated circuit) などの用途には適用することができない。結局、上記公報に記載の技術は、インタディジタルキャパシタ単体で実施できるものである。また、陽極酸化法を実施するために形成するパッドに容量が寄生してしまうという問題点もある。

【0011】従って、本発明は上記従来技術の問題点を解決し、数十GHz以上の高い周波数帯域で精度良く容量を調整することができるインタディジタルキャパシタ及びその容量調整方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、請求項1に記載のように、半導体基板と、この上に形成された一対のくし形電極とを有し、該一対のくし形電極の少なくとも一方は切断可能な切断対象部を有していることを特徴とするインタディジタルキャパシタである。切断可能な切断対象部を設けたことで、容量を調整する場合には、この切断対象部を切断する。これにより、くし形電極は複数に分割される。よって、ワイヤボンディングや酸化膜を使用することなく容量調整が可能であり、数十GHz以上の高い周波数帯域で精度良く容量を調整することができる。

【0013】請求項1記載のインタディジタルキャパシタにおいて、例えば請求項2に記載のように、前記一対のくし形電極は電極指とこれを連結するバスラインとを有し、前記切断対象部は前記一対のくし形電極の少なくとも一方のバスラインに設けられていることを特徴とする。切断対象部をバスラインに設けることで、容易にくし形電極を分割することができる。

【0014】請求項1記載のインタディジタルキャパシタにおいて、例えば請求項3に記載のように、前記一対のくし形電極は電極指とこれを連結するバスラインとを有し、前記切断対象部は前記一対のくし形電極の少なくとも一方のバスラインに設けられ、前記切断対象部の幅は前記バスラインの他の部分よりも小さい。これによ

り、レーザトリミングなどを用いて容易にくし形電極を分割することができるとともに、切断時に飛ぶ電極材料の量を抑制することができ、周囲に与える影響を少なくすることができる。

【0015】請求項1記載のインタディジタルキャパシタにおいて、例えば請求項4に記載のように、前記一対のくし形電極は電極指とこれを連結するバスラインとを有し、前記切断対象部は前記一対のくし形電極の少なくとも一方のバスラインに設けられ、前記切断対象部の厚みは前記バスラインの他の部分よりも小さい。これにより、レーザトリミングなどを用いて容易にくし形電極を分割することができるとともに、切断時に飛ぶ電極材料の量を抑制することができ、周囲に与える影響を少なくすることができる。

【0016】請求項1記載のインタディジタルキャパシタにおいて、例えば請求項5に記載のように、前記一対のくし形電極は電極指とこれを連結するバスラインとを有し、前記切断対象部は前記一対のくし形電極の少なくとも一方のバスラインに設けられ、前記切断対象部は電極指が延びる方向とは反対の方向に形成されている。これにより、切断対象部と電極指とを十分な距離を持って離間させることができ、切断時に飛ぶ電極材料の量を抑制することができ、電極指に与える影響を少なくすることができる。

【0017】請求項1記載のインタディジタルキャパシタにおいて、例えば請求項6に記載のように、前記一対のくし形電極は電極指とこれを連結するバスラインとを有し、前記切断対象部は前記一対のくし形電極の少なくとも一方のバスラインに設けられ、前記切断対象部は前記半導体基板から離間した位置にある。これにより、切断対象部と電極指とを十分な距離を持って離間させることができ、切断時に飛ぶ電極材料の量を抑制することができ、電極指に与える影響を少なくすることができる。

【0018】請求項6記載のインタディジタルキャパシタにおいて、例えば請求項7に記載のように、前記切断対象部の厚みは前記バスラインよりも薄い。これにより、レーザトリミングなどを用いて容易にくし形電極を分割することができるとともに、切断時に飛ぶ電極材料の量を抑制することができ、周囲に与える影響を少なくすることができる。

【0019】請求項6記載のインタディジタルキャパシタにおいて、例えば請求項8に記載のように、前記切断対象部と前記バスラインとの間に絶縁膜が設けられ、該絶縁膜に設けられたビアを介して前記切断対象部と前記バスラインとは電氣的に接続されている。くし形電極と切断対象部との電氣的接続を形成する一例である。

【0020】請求項1から8のいずれか一項記載のインタディジタルキャパシタにおいて、例えば請求項9に記載のように、前記一対のくし形電極の少なくとも一方は、前記切断対象部で切断されている。容量を調整した

後のインタデジタルキャパシタの形態を特定したものである。

【0021】請求項1記載のインタデジタルキャパシタにおいて、例えば請求項10に記載のように、前記切断対象部は前記一対のくし形電極の一方の電極指を複数個ごとに連結して信号ラインに接続する部分である。切断対象部の別の構成例である。

【0022】請求項1から8のいずれか一項記載のインタデジタルキャパシタにおいて、例えば請求項11に記載のように、前記一対のくし形電極の少なくとも一方は、前記切断対象部で切断されており、前記切断対象部は絶縁性の保護膜で覆われている。これにより、切断部分のくし形電極を保護することができる。

【0023】請求項1ないし11のいずれか一項記載のインタデジタルキャパシタにおいて、例えば請求項12に記載のように、前記一対のくし形電極の他方にも、切断可能な切断対象部が設けられている。一方のみのくし形電極で容量を調整するのに比べ、広い範囲で容量を調整することができる。

【0024】本発明はまた、請求項13に記載のように、半導体基板と、この上に形成された一対のくし形電極とを有し、該くし形電極の各々は第1及び第2の電極部分を有し、該第1及び第2の電極部分は電極指の幅と長さとの間隔の少なくとも一つが相違することを特徴とするインタデジタルキャパシタである。第1の電極部分を切断することによる容量変化の度合いと、第2の電極部分を切断することによる容量変化の度合いとは異なる。よって、複数の異なる容量調整ステップを形成することができる。

【0025】請求項13記載のインタデジタルキャパシタにおいて、例えば請求項14に記載のように、前記第1の電極部分の電極指の幅と間隔は、前記第2の電極部分の幅と間隔よりも大きい。または、請求項15に記載のように、前記第1の電極部分の電極指の長さは、前記第2の電極部分の長さよりも短い。

【0026】請求項12から15のいずれか一項記載のインタデジタルキャパシタにおいて、例えば請求項16に記載のように、前記第2の電極部分に信号ラインが接続されている。

【0027】請求項12から15のいずれか一項記載のインタデジタルキャパシタにおいて、例えば請求項17に記載のように、前記一対のくし形電極は、切断された部分を含む。容量調整後のくし形電極の形態を特定したものである。

【0028】請求項1ないし17のいずれか一項記載のインタデジタルキャパシタにおいて、例えば請求項18に記載のように、前記インタデジタルキャパシタは、前記半導体基板上に形成されている電子回路を構成する部品である。

【0029】本発明はまた、請求項19に記載のよう

に、信号ラインに接続された一対のくし形電極と、該一対のくし形電極から切断され、かつ前記信号ラインに電気的に接続されていない少なくとも1つのくし形電極とを含むことを特徴とするインタデジタルキャパシタである。容量調整後のインタデジタルキャパシタの形態を特定する請求項である。信号ラインに接続されているくし形電極から切断されたくし形電極が存在していることは、本発明の容量調整を実施したインタデジタルキャパシタを示している。

【0030】請求項19記載のインタデジタルキャパシタにおいて、例えば請求項20に記載のように、前記少なくとも1つのくし形電極は、前記一対のくし形電極の電極指が並んでいる方向に位置している。使用に供されていない切断されたくし形電極が上記の通り配置していることは、容量調整用のキャパシタであることを明白に示している。

【0031】本発明はまた、請求項21に記載のように、請求項1から19のいずれか一項記載のインタデジタルキャパシタと、前記半導体基板上に形成される回路素子とを含むことを特徴とする半導体装置を含む。

【0032】本発明はまた、請求項22に記載のように、請求項1から19のいずれか一項記載のインタデジタルキャパシタを用いた回路と、該回路の出力信号を用いて送信信号又は受信信号を処理する回路とを具備することを特徴とする通信装置を含む。

【0033】更に、本発明は請求項23に記載のように、半導体基板上に形成された一対のくし形電極と、該一対のくし形電極を含む前記半導体基板上に形成された絶縁膜とを備えたインタデジタルキャパシタの容量調整方法において、前記絶縁膜に窓を形成する第1の工程と、該窓を介して露出する前記一対のくし形電極のバスラインを切断する第2の工程とを有することを特徴とする容量調整方法である。絶縁層に窓を形成する処理とバスラインを切断する処理を別々の工程で行うこととしたため、窓開けや切断をそれぞれ最適な条件で行うことができ、周囲に与える影響を軽減することができる。

【0034】本発明はまた、請求項24に記載のように、半導体基板上に形成された一対のくし形電極と、該一対のくし形電極を含む前記半導体基板上に形成された絶縁膜とを備えたインタデジタルキャパシタの容量調整方法において、第1の波長のレーザ光を照射して前記絶縁膜に窓を形成する第1の工程と、該窓を介して露出する前記一対のくし形電極を、前記第1の波長とは異なる第2の波長のレーザ光を用いて切断する第2の工程とを有することを特徴とする容量調整方法である。絶縁層に窓を形成する処理とバスラインを切断する処理を別々の工程で行うこととしたため、窓開けや切断をそれぞれ最適な条件で行うことができ、周囲に与える影響を軽減することができる。

【0035】請求項23又は24に記載の容量調整方法

において、例えば請求項 25 に記載のように、前記容量調整方法は更に、前記窓を覆うように保護膜を塗布する第 3 の工程を含む。

【0036】請求項 23 又は 24 記載の容量調整方法において、例えば請求項 26 に記載のように、所望の特性が得られるまで、前記第 1 及び第 2 の工程を繰り返す。

【0037】請求項 23 又は 24 記載の容量調整方法において、例えば請求項 27 に記載のように、前記一対のくし形電極に接続する信号ラインから最も離れた位置付近から前記第 1 及び第 2 の工程を開始し、切断位置を次第に前記信号ラインに近づく方向に移動させながら、所望の特性が得られるまで前記第 1 及び第 2 の工程を繰り返す。

【0038】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を、添付図面を参照して説明する。

【0039】図 4 は本発明の第 1 実施形態を示す図であって、同図 (A) は周波数調整前のインタディジタルキャパシタの平面図、同図 (B) は周波数調整後のインタディジタルキャパシタの平面図である。

【0040】図示するインタディジタルキャパシタは、一対のくし形電極 30 と 33 を有する。くし形電極 30 は、バスライン（バスバーとも言う）31 と、等間隔に配置され、これから一方向に延びる電極指 32 とを有する。バスライン 31 は、電極指 32 を連結する。同様に、くし形電極 33 は、バスライン 34 と、等間隔に配置され、かつバスライン 34 から一方向に延びる電極指 35 とを有する。バスライン 34 は電極指 35 を連結する。電極指 32 と 35 は、交互に配置されている。バスライン 31 と 34 にはそれぞれ、信号ライン 38 と 39 が接続されている。くし形電極 30 と 33 は例えば、シリコンや半絶縁性の GaAs などの半導体基板上に形成されている。図の紙面が半導体基板の電極形成面に相当する。インタディジタルキャパシタは半導体装置である。容量の調整は、くし形電極 30 のバスライン 31 とくし形電極 33 のバスライン 34 とを、切断位置 36、37 で切断することで行われる。切断はレーザなどを行われる。このレーザトリミング処理により、図 4 (B) に示すように、くし形電極 30 は 30₁ と 30₂ に分割され、くし形電極 33 は 33₁ と 33₂ に分割される。切断により、くし形電極 30、33 から電極指の一部が除去される（電極指総数 N が少なくなる）ので、インタディジタルキャパシタの容量は小さくなる。例えば、インタディジタルキャパシタが形成されている半導体デバイスの試験時に、切断処理を行う。試験時に、インタディジタルキャパシタの特性値（例えば、容量値）や、このキャパシタを含む回路の特性値をモニタしながら、必要な特性値が得られるまで、繰り返しくし形電極 30、33 をトリミングしていく。インタディジタルキャパシタを含む回路の特性値

とは例えば、このキャパシタが発振器の構成部品として用いられている場合には、発振周波数値である。また、増幅回路の一構成部品として用いられている場合には、出力電力をモニタする。

【0041】今、図 4 (A) のインタディジタルキャパシタが前記図 3 のパラメータ値を持っていると仮定すると、図 4 (B) に示すように電極指を 3 本減らすことで、容量値は 0.05 pF から 0.04 pF に減少する。

【0042】このように、第 1 実施形態によれば、ミリ波帯域で必要とされる容量値を高い精度（例えば、0.005 pF）で調整することができる。容量を調整するためにワイヤボンディングを使用しないので、従来のように寄生容量の問題は生じない。また、酸化膜を用いないので、従来のように酸化膜を形成する際に、周辺の素子にダメージを与えることはない。

【0043】なお、上記説明ではくし形電極 30 と 33 の両方をトリミングしたが、どちらか一方をトリミングして電極総数を減らすことでもよい。また、切断位置 36、37 は向かい合う位置にあるが、くし形電極 30 と 33 で異なる位置で切断してもよい。例えば、切断位置 36 を図面上、もう少し下に移動してくし形電極 30 から 2 本の電極指を除去することもできる。また、切断による容量の調整なので、容量の調整は減少する方向のみである。よって、予め目標とする容量値よりも大きな容量を形成するインタディジタルキャパシタを用意しておくことが好ましい。

【0044】また、切断されたくし形電極部分は信号ライン 38、39 に電氣的に接続されておらず、周辺の回路内に組み込まれない。つまり、容量調整後のインタディジタルキャパシタは、信号ライン 38、39 に接続された一対のくし形電極 30₁、33₁ と、一対のくし形電極から切断され、かつ信号ライン 38、39 に電氣的に接続されていない少なくとも 1 つのくし形電極 30₂、33₂ とを含む。そして、切断されたくし形電極 30₂、33₂ は、くし形電極くし形電極 30₁、33₁ の電極指が交互に配列されている方向に位置している。

【0045】（第 2 実施形態）図 5 は、本発明の第 2 実施形態によるインタディジタルキャパシタの平面図である。半導体基板上に形成されたくし形電極 40 と 41 のバスライン上の切断可能部分 42 と 43 を、他の部分よりも細くしておき、弱いレーザエネルギーで切断可能とすることを特徴とする。この幅が細いバスライン部分 42、43 は、他の部分とは異なる形態であり、これを切断対象部と定義する。また、細くすることで、切断時に飛ぶ金属の量を減らすことができる。図示する切断可能部分 42 と 43 は向かい合う位置に設けられているが、これに限定されない。くし形電極 40 と 41 のいずれか一方にのみ切断可能部分 42 と 43 を形成してもよい。また、くし形電極 40、41 の夫々に複数の切断箇所を

設けてもよい。これにより可変容量範囲を大きくすることができる。

【0046】（第3実施形態）図6は、本発明の第3実施形態によるインタディジタルキャパシタの平面図である。半導体基板上に形成されたくし形電極46、47はそれぞれコの字状（略C字状）のバスライン部分48、49を有する。これらのバスライン部分48、49が切断可能な切断対象部となる。コの字状バスライン部分48、49は電極指の延びる方向とは反対の方向に位置している。コの字状バスライン部分48、49には電極指が形成されていない。この部分は、トリミング専用部分である。コの字状バスライン部分48、49をレーザで切断することでくし形電極46、47はそれぞれ2分割される。切断位置36、37は容量を形成する電極指から離れた位置にあるので、電極指は切断時の影響を受け難い。

【0047】第2実施形態のように、コの字状バスライン部分48、49の幅を狭く形成してもよい。また、第3実施形態に前記第2実施形態を組み合わせてもよい。この場合、くし形電極46と47のバスラインはそれぞれ、コの字状バスライン部分48、49以外に、幅が狭いバスライン部分を備える。

【0048】（第4実施形態）図7（A）は本発明の第4実施形態によるインタディジタルキャパシタの平面図、図7（B）は同図（A）のV I I_B-V I I_B線断面図である。半導体基板上に形成されたくし形電極52のバスライン54は切断部56を備える。同様に、半導体基板上に形成されたくし形電極53のバスライン55は切断部57を備える。切断部56と切断部57とは切断対象部であって、同じ構成である。図7（B）は、切断部56の断面図である。半導体基板61上に形成されたバスライン54は、途中で途切れている。バスライン54の端が対向する部分に、絶縁膜62が形成されている。この絶縁膜62はまた、半導体基板61の全面を覆う。絶縁膜62にはビア59、60が形成されている。ビア59、60は絶縁膜62に形成されたビアホール内にくし形電極52、53と同一の材料が充填されたものである。絶縁膜62上にはビア59と60を接続する上層配線58が形成されている。上層配線58は、半導体基板61から離間した位置にある。上層配線58はバスライン54と同じ幅、又はバスライン54よりも狭い幅を有する。また、上層配線58はバスライン54と同一の厚みを持つ構成でもよいが、異なる厚みを持つ構成であってもよい。上層配線58をバスライン54よりも細く又は／及び薄く形成すれば、レーザによりトリミングし易い。バスライン54は分割されているバスライン54を電氣的に接続している。このように、バスライン54は多層配線構造を持っている。上層配線58をレーザ等で切断することで、インタディジタルキャパシタの容量を調節することができる。

【0049】このように、切断する部分のバスラインを電極指を形成する層より上の層に削り入れることで、切断時の金属片が電極指に飛び、特性や信頼性を悪化させることを防止することができる。更に、上層配線58を細く／及び薄く形成することで上記効果が一層顕著になるとともに、切断し易くなるという効果も得られる。

【0050】切断部56と57は向かい合う位置に設けられているが、この配置に限定されない。また、必要に応じて、第2及び／又は第3の実施形態と組み合わせてもよい。

【0051】（第5実施形態）図8（A）は本発明の第5実施形態によるインタディジタルキャパシタの平面図である。また、図8（B）は本発明の第5実施形態による別のインタディジタルキャパシタの平面図である。第5実施形態によるインタディジタルキャパシタは、半導体基板と、この上に形成された一対のくし形電極とを有し、該くし形電極の各々は第1及び第2の電極部分を有し、該第1及び第2の電極部分は電極指の幅と長さの間隔の少なくとも一つが相違するものである。

【0052】図8（A）に示すインタディジタルキャパシタは、半導体基板上に形成されたくし形電極64、65を有する。くし形電極64は、電極指幅Wと電極指間ギャップGとが異なる第1の電極部分64a及び第2の電極部分64bを持っている。第1の電極部分64aは電極指66を有し、第2の電極部分64bは電極指68を有する。電極指66は電極指68よりも幅が広く、かつ電極指間ギャップGは電極指68よりも大きい。第1の電極部分64aが電極指の幅と間隔が比較的疎であるのに対し、第2の電極部分64bは電極指の幅と間隔が比較的密である。同様に、くし形電極65は、電極指幅Wと電極指間ギャップGとが異なる第1の電極部分65a及び第2の電極部分65bを持っている。第1の電極部分65aは電極指67を有し、第2の電極部分65bは電極指69を有する。電極指67は電極指69よりも幅が広く、かつ電極指間ギャップGは電極指69よりも大きい。第1の電極部分65aが電極指の幅と間隔が比較的疎であるのに対し、第2の電極部分65bは電極指の幅と間隔が比較的密である。

【0053】切断位置は例えば、第1の電極部分64aと65aとする。前述したように、第1の電極部分64a、65aは電極指の幅と間隔が比較的疎なので、この部分が形成する容量は比較的小さい。従って、第1の電極部分64a、65aと第2の電極部分64b、65bの境界部分36、37、又は第1の電極部分64a、65a内の任意の位置を切断することで得られる容量の変化は小さい。つまり、第1の電極部分64a、65aを設けたことで、容量の調整ステップをより細かく設定することができ、容量を微調整することが可能となる。

【0054】図8（B）に示すインタディジタルキャパシタも、容量の微調整が可能な部分を備えている。図8

(B) に示すインタディジタルキャパシタは、くし形電極 70、71 を有する。くし形電極 70 は、第 1 の電極部分 70a と第 2 の電極部分 70b とを有する。第 1 の電極部分 70a は電極指 72 を有し、第 2 の電極部分 70b は電極指 74 を有する。電極指 72 の長さは電極指 74 よりも短い。電極指の長さが短くなると、容量は小さくなる。よって、第 1 の電極部分 70a と 70b の境界部分 36、37、又は第 1 の電極部分 70a、70a 内の任意の位置を切断することで得られる容量の変化は小さい。つまり、第 1 の電極部分 70a、70a を設けたことで、容量の調整ステップをより細かく設定することができ、容量を微調整することが可能となる。また、第 1 及び第 2 の電極部分の両方を切断対象とすれば、2 つの異なる容量調整ステップを実現することができる。

【0055】なお、図 8 (A)、(B) において、上記第 1 の電極部分と同様の構成を、第 1 の電極部分に加え、上記第 2 の電極部分の反対側に設けてもよい。これにより、調整可能な容量範囲を大きく設定することができる。また、異なるくし形電極を 3 つ以上形成してもよい。

【0056】(第 6 実施形態) 図 9 は、本発明の第 6 実施形態によるインタディジタルキャパシタの平面図である。なお、図中、図 4 に示す構成要素と同一のものには同一の参照番号を付してある。本実施形態は、インタディジタルキャパシタの切断順序を定義したことに特徴がある。切断順序は、信号ライン 38、39 から遠い点から順に切り離して行き、所望の容量値を得る。図 9 では、一回目の切断を切断位置 36₁、37₁ で行い、二回目の切断を切断位置 36₂、37₂ で行う。これにより、確実に所望の容量値を得ることができる。

【0057】(第 7 実施形態) 図 10 (A) は本発明の第 7 実施形態によるインタディジタルキャパシタ及びその周辺回路の平面図、図 10 (B) は図 10 (A) に示すインタディジタルキャパシタの用途の一例を示す回路図である。

【0058】まず、10 (B) において、電界効果型トランジスタ (FET) 77 のドレイン端子には信号ライン 75 が接続されている。FET 77 の出力整合を微調整するために、シャント容量 79 が信号ライン 75 に接続されている。このシャント容量 79 を本発明のインタディジタルキャパシタで実現する。図 10 (A) に示すように、シャント容量 79 を形成するインタディジタルキャパシタ (以下、同一の参照番号 79 を付与する) は 2 つのくし形電極を有し、一方はグランド 76 に接続され、他方は 2 つずつ信号ライン 75 に接続されている。2 つの電極指を連結して信号ライン 75 に接続する接続部分 74a、74b、74c が切断可能位置、つまり切断対象部である。図 10 (A) では、2 つの接続部分 74a、74b で切断されることを示している。このように、一方のくし形電極の電極指が共通にグランド 76 に

接続されている場合には、他方のくし形電極の信号ライン 75 との接続部分のみを切断することで、容量を調整することができる。

【0059】(第 8 実施形態) 図 11 は、本発明の第 8 実施形態を示す図であって、容量調整方法の一例である。図 11 (A) は第 8 実施形態によるインタディジタルキャパシタの平面図、同図 (B) は断面図である。シリコンや半絶縁性 GaAs などの半導体基板 80 上に一対のくし形電極 81 が形成されている。半導体基板 80 の表面は層間又は保護膜として機能する絶縁膜 82 が形成されている。一対のくし形電極 81 の材料としては例えば、アルミニウム、金、銅などがある。絶縁膜としては例えば、ポリイミドや酸化シリコン (SiO₂) などがある。これらの材料は、他の実施形態でも同様に使用可能である。

【0060】例えば、一対のくし形電極 81 がアルミで形成され、絶縁膜 82 がポリイミドの場合、容量の調整を以下に行なう。図 11 (C)、(D) に示すように、波長 355 nm のレーザ光 (黒の矢印) を絶縁膜 82 の切断位置 (切断対象部) 36、37 に照射する。この照射により、絶縁膜に窓 83 が 2ヶ所形成され、切断位置 36、37 のバスラインが窓 83 を介して露出する。次に、図 11 (E)、(F) に示すように、波長 532 nm のレーザ光を照射し、アルミニウムのバスラインを 2ヶ所切断する。参照番号 84 は切断されたバスライン部分を示す。このように、トリミングする材料に適した波長のレーザ光を使用する。また、レーザ光の照射エネルギーをトリミングする材料の厚みに合わせて調整する。なお、照射位置を正確に決めるための顕微鏡と複数の波長のレーザ光を照射できるレーザシステムは市販されているので、上記手順でトリミングすることは容易である。また、上記トリミングを IC の特性、例えば発振器の周波数や増幅器の出力電力をモニタしながら、所望の特性が得られるまで繰り返す。

【0061】なお、窓 83 を絶縁膜 82 に形成する工程はレーザ照射に限定されるものではない。例えば、ウェハプロセス工程のマスクを用いてエッチングで絶縁膜 82 に窓 83 を形成しておけば、レーザ照射による窓 83 の形成工程を省略することができる。

【0062】また、図 12 に示すように、切断後に保護膜 85 を切断されたバスライン部分 84 に局部的に塗布することで、一対のくし形電極 81 を保護することができる。保護膜 85 は例えば、ポリイミドや酸化シリコンなどである。

【0063】(第 9 実施形態) 図 13 は、本発明の第 9 実施形態によるミリ波帯発振回路を示す図である。図示する発振回路は、可変キャパシタ C とストリップライン 86 とを含む共振回路、トランジスタ 87、2 つのキャパシタ C1、C2、及び電源線 88 に接続された抵抗 R を有する。これらの回路は例えば、同一の半導体基板上

に形成されている。キャパシタC1とC2は容量分割をなすもので、トランジスタ87との組み合わせで所望の周波数で負性抵抗を示すような容量値に設定されている。可変キャパシタCは、本発明のインタディジタルキャパシタで構成されている。可変キャパシタCの容量値を調整することで、共振周波数を調整することができる。

【0064】（第10実施形態）図14は、本発明の第10実施形態による通信装置の構成を示す図である。図10（A）は伝送レートが10Gbps以上の光通信装置の例を示し、同図（B）はミリ波無線送信装置の例を示す。

【0065】図14（A）に示す光通信装置は、光ファイバ101に接続された光検出ダイオード102、プリアンプ103、クロック抽出IC104及び発振器105を有する。この発振器105は、本発明のインタディジタルキャパシタを用いており、例えば図13に示す発振器である。光ファイバ101から受信した光信号は光検出フォトダイオード102で電気信号に変換され、プリアンプ103で増幅される。クロック抽出IC104は、発振器105の発振周波数に同期して、プリアンプ103の出力からクロックを抽出する。

【0066】図14（B）において、図示しない内部回路から供給されたIF信号をIF信号処理回路115で処理して、アップコンバートミキサ113に送られる。ミキサ113は、本発明のインタディジタルキャパシタを用いた発振器114（例えば、図13に示す発振器）が出力する発振信号をIF信号に重畳する。高い周波数に変換された信号は、送信アンプ112で増幅されたアンテナ111から送信される。

【0067】以上、本発明の実施の形態を説明した。上記実施の形態を任意に組み合わせても良い。また、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、他の様々な実施の形態を含むものである。更に、本発明は特に、30GHz以上のミリ波帯域において微細な容量の調整を可能とするものであるが、30GHzを下回るマイクロ波帯域やその他の周波数帯域でも使用することができる。

【0068】なお、上記のようにして容量を調整した半導体装置は、容量を形成するくし形電極部分と、回路内に組み込まれていない切断されたくし形電極部分の両方が含まれる。また、容量を調整していなければ、切断されていないくし形電極がそのまま回路内に組み込まれている。切断された部分は顕微鏡などで検証することができる。

【0069】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、数十GHz以上の高い周波数帯域で精度良く容量を調整することができるインタディジタルキャパシタ及びその容量調整方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の容量調整技術を説明するための図である。

【図2】従来の別の容量調整技術を説明するための図である。

【図3】ミリ波帯域で必要とされる微小容量を実現するインタディジタルキャパシタを説明するための図である。

【図4】本発明の第1実施形態によるインタディジタルキャパシタの平面図であって、容量調整前（A）と容量調整後（B）を示す。

【図5】本発明の第2実施形態によるインタディジタルキャパシタの平面図である。

【図6】本発明の第3実施形態によるインタディジタルキャパシタの平面図である。

【図7】本発明の第4実施形態によるインタディジタルキャパシタの平面図（A）及びV_{IIA}-V_{IIB}線断面図（B）である。

【図8】本発明の第5実施形態によるインタディジタルキャパシタの平面図（A）及び別の構成を有するインタディジタルキャパシタの平面図（B）である。

【図9】本発明の第6実施形態によるインタディジタルキャパシタの平面図である。

【図10】本発明の第7実施形態によるインタディジタルキャパシタの平面図（A）及びこれを用いた発振回路（B）である。

【図11】本発明の第8実施形態によるインタディジタルキャパシタを示す図である。

【図12】本発明の第8実施形態によるインタディジタルキャパシタの平面図（A）及び断面図（B）である。

【図13】本発明の第9実施形態によるミリ波発振回路の回路図である。

【図14】本発明の第10実施形態による通信装置の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 10、12 くし形電極
- 14、16 電極指
- 20、22、24 くし形電極
- 30 くし形電極
- 31 バスライン
- 32 電極指
- 33 くし形電極
- 34 バスライン
- 35 電極指
- 36、37 切断位置（境界部分）
- 38、39 信号ライン
- 40、41 くし形電極
- 46、47 くし形電極
- 48、49 バスライン部分
- 52、53 くし形電極

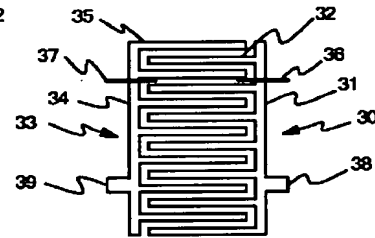
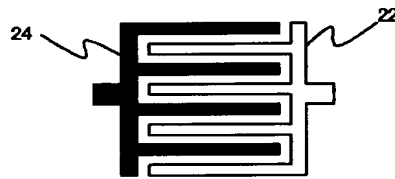
17
 54、55 バスライン
 56、57 切断部
 58 上層配線
 59、60 ビア
 61 半導体基板
 62 絶縁膜
 64 くし形電極
 64a 第1の電極部分
 64b 第2の電極部分
 65 くし形電極
 65a 第1の電極部分
 65b 第2の電極部分
 66、67、68、69 電極指
 70 くし形電極
 70a 第1の電極部分
 70b 第2の電極部分

71 くし形電極
 72 電極指
 74a、74b、74c 接続部分
 75 信号ライン
 76 グランド
 77 電界効果型トランジスタ (FET)
 79 シャント容量
 80 半導体基板
 81 くし形電極
 10 82 絶縁膜
 83 窓
 84 バスライン部分
 85 保護膜
 86 ストリップライン
 87 トランジスタ
 88 電源線

【図1】

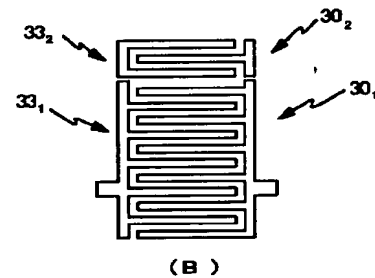
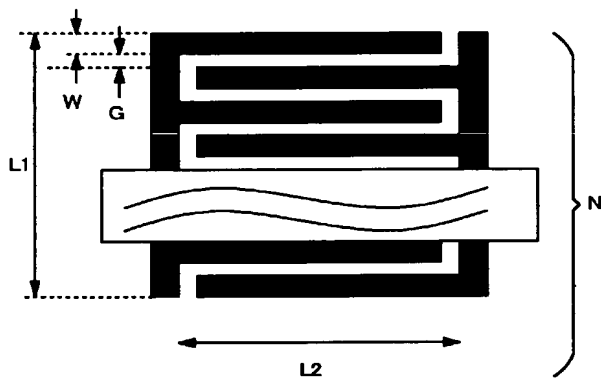
【図2】

【図4】



【図3】

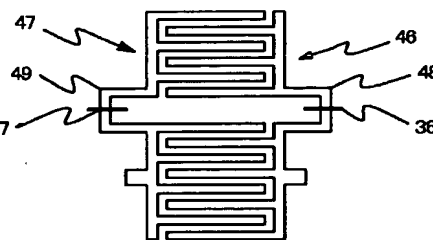
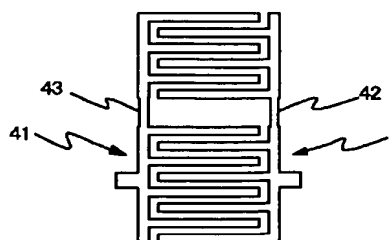
(A)



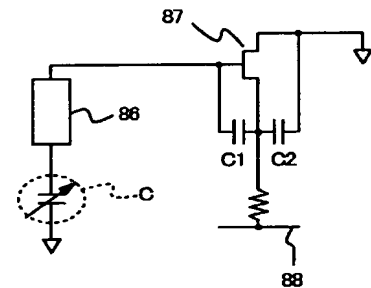
(B)

【図5】

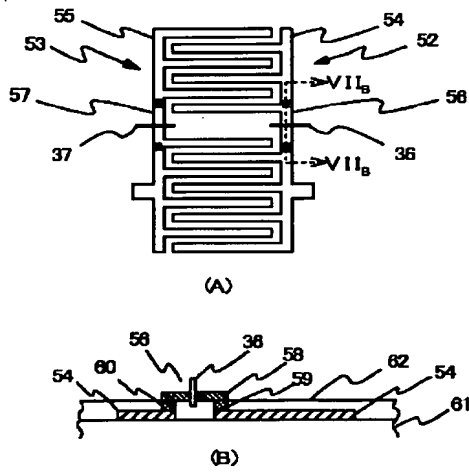
【図6】



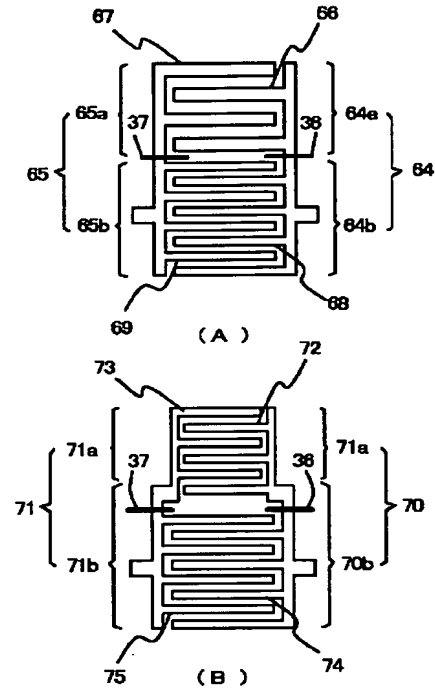
【図13】



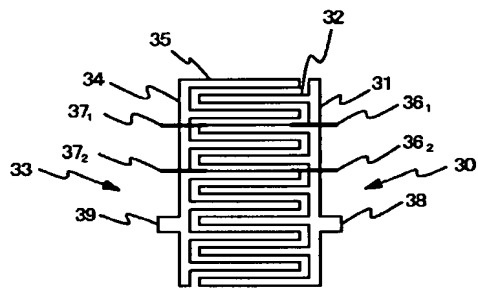
【図7】



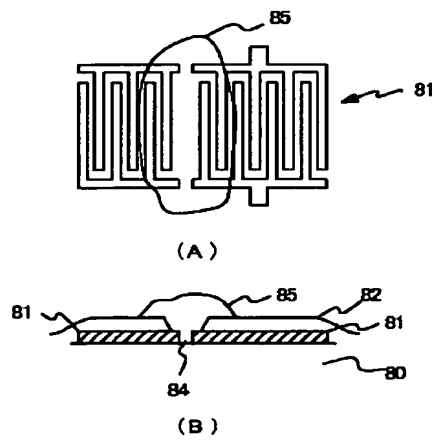
【図8】



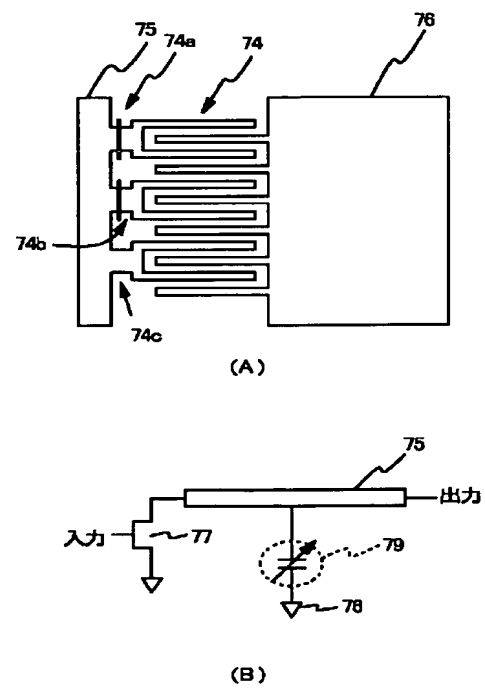
【図9】



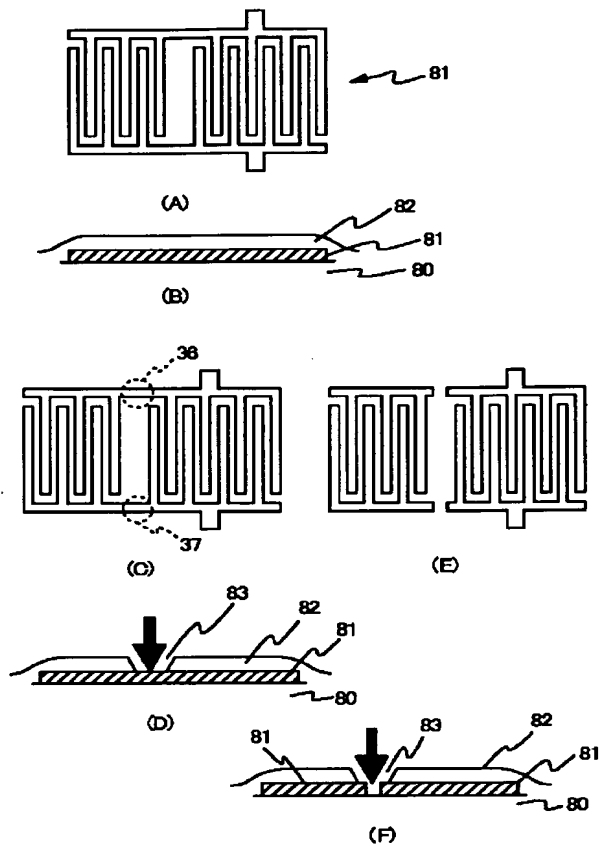
【図12】



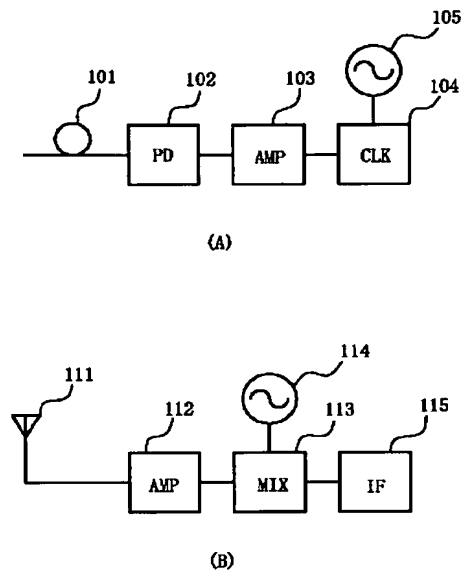
【図10】



【図11】



【図14】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷

識別記号

F I
H 0 1 G 4/34

タームコード* (参考)

F ターム (参考) 5E082 AB02 BB05 BC12 BC38 EE17
5F038 AC02 AC04 AC05 AV03 BG02
DF02 EZ01 EZ02 EZ14 EZ16
EZ20
5J097 AA28 BB01 HB04 KK09 LL01

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-297926

(43)Date of publication of application : 17.10.2003

(51)Int.Cl. H01L 21/822

H01G 4/255

H01L 27/04

H03H 3/10

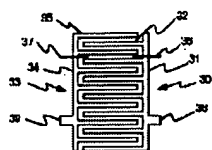
H03H 9/145

(21)Application number : 2002-
093377

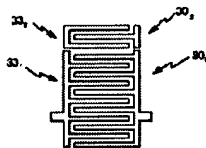
(71)Applicant : FUJITSU QUANTUM
DEVICES LTD

(22)Date of filing : 28.03.2002 (72)Inventor : MIYAZAWA NAOYUKI

(54) INTERDIGITAL CAPACITOR AND METHOD FOR ADJUSTING ITS
CAPACITY



(A)



(B)

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an interdigital capacitor that can precisely adjust its capacity at a high frequency band of more than several tens of GHz, as well as a method for adjusting its capacity.

SOLUTION: The capacitor includes a pair of comb-shaped electrodes (301 and 302) connected to signal lines plus at least one comb-shaped electrode (301 or 302) that is disconnected from the pair of comb-shaped electrodes and is not electrically connected to the signal lines. The capacity of the interdigital capacitor is adjusted by disconnecting the comb-shaped electrodes. The parts to be disconnected are provided as parts for disconnection, i.e., as parts different from the other comb-shaped electrodes.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.03.2003

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not
reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the INTADIJITARU capacitor characterized by having a semi-
conductor substrate and the tandem type electrode of the couple formed on this,
and at least one side of the tandem type electrode of this couple having the
section for cutting.

[Claim 2] It is the INTADIJITARU capacitor according to claim 1 which the
tandem type electrode of said couple has the bus line which connects this with
an electrode finger, and is characterized by preparing said section for cutting in
one [at least] bus line of the tandem type electrode of said couple.

[Claim 3] It is the INTADIJITARU capacitor according to claim 1 characterized by
being smaller than the part of everything [the tandem type electrode of said
couple has the bus line which connects this with an electrode finger, and said

section for cutting is prepared in one / at least / bus line of the tandem type electrode of said couple, and / width of face / of said section for cutting] but said bus line.

[Claim 4] It is the INTADIJITARU capacitor according to claim 1 characterized by being smaller than the part of everything [the tandem type electrode of said couple has the bus line which connects this with an electrode finger, and said section for cutting is prepared in one / at least / bus line of the tandem type electrode of said couple, and / thickness / of said section for cutting] but said bus line.

[Claim 5] The direction where an electrode finger is prolonged is an INTADIJITARU capacitor according to claim 1 which the tandem type electrode of said couple has the bus line which connects this with an electrode finger, and said section for cutting is prepared in one [at least] bus line of the tandem type electrode of said couple, and is characterized by forming said section for cutting towards reverse.

[Claim 6] It is the INTADIJITARU capacitor according to claim 1 which the tandem type electrode of said couple has the bus line which connects this with an electrode finger, and said section for cutting is prepared in one [at least] bus line of the tandem type electrode of said couple, and is characterized by said section for cutting being in the location estranged from said semi-conductor substrate.

[Claim 7] The thickness of said section for cutting is an INTADIJITARU capacitor according to claim 6 characterized by being thinner than said bus line.

[Claim 8] Said section for cutting and said bus line are an INTADIJITARU capacitor according to claim 6 characterized by connecting electrically through the beer which the insulator layer prepared between said sections for cutting and said bus lines, and was prepared in ** and this insulator layer.

[Claim 9] At least one side of the tandem type electrode of said couple is the INTADIJITARU capacitor of eight given in any 1 term from claim 1 characterized by being cut in said section for cutting.

[Claim 10] Said section for cutting is an INTADIJITARU capacitor according to claim 1 characterized by being the part which connects one electrode finger of the tandem type electrode of said couple for every plurality, and connects with a signal line.

[Claim 11] At least one side of the tandem type electrode of said couple is the INTADIJITARU capacitor of eight given in any 1 term from claim 1 which is cut in said section for cutting and characterized by covering said section for cutting by the insulating protective coat.

[Claim 12] Claim 1 characterized by preparing the section for cutting which can be cut also in another side of the tandem type electrode of said couple thru/or the INTADIJITARU capacitor of 11 given in any 1 term.

[Claim 13] It is the INTADIJITARU capacitor which it has a semi-conductor substrate and the tandem type electrode of the couple formed on this, and each of this tandem type electrode has the 1st and 2nd electrode sections, and is characterized by at least one of the width of face, die length, and spacing of an electrode finger being different, as for these 1st and 2nd electrode sections.

[Claim 14] Said the 1st width of face and spacing of an electrode finger of an electrode section are an INTADIJITARU capacitor according to claim 13 characterized by being larger than said the 2nd width of face and spacing of an electrode section.

[Claim 15] The die length of the electrode finger of said 1st electrode section is an INTADIJITARU capacitor according to claim 13 characterized by being shorter than the die length of said 2nd electrode section.

[Claim 16] The INTADIJITARU capacitor of 15 given in any 1 term from claim 12 characterized by connecting the signal line to said 2nd electrode section.

[Claim 17] The tandem type electrode of said couple is the INTADIJITARU capacitor of 15 given in any 1 term from claim 12 characterized by including the cut part.

[Claim 18] Said INTADIJITARU capacitor is claim 1 characterized by being the components which constitute the electronic circuitry currently formed on said

semi-conductor substrate thru/or an INTADIJITARU capacitor of 17 given in any 1 term.

[Claim 19] The INTADIJITARU capacitor characterized by the thing which it is cut from the tandem type electrode of a couple connected to the signal line, and the tandem type electrode of this couple, and is not electrically connected to said signal line, and which go away at least one and contains a form electrode.

[Claim 20] It is the INTADIJITARU capacitor according to claim 19 which goes away at least one and is characterized by locating the form electrode in said direction in which the electrode finger of the tandem type electrode of said couple is located in a line.

[Claim 21] The semiconductor device characterized by including the INTADIJITARU capacitor of 19 given in any 1 term, and the circuit element formed in said semi-conductor substrate from claim 1.

[Claim 22] The communication device characterized by providing the circuit using the INTADIJITARU capacitor of 19 given in any 1 term, and the circuit which processes a sending signal or an input signal using the output signal of this circuit from claim 1.

[Claim 23] The capacity adjustment approach characterized by to have the 1st process which forms an aperture in said insulator layer, and the 2nd process which cuts the bus line of the tandem type electrode of said couple exposed through this aperture in the capacity adjustment approach of the INTADIJITARU capacitor equipped with the insulator layer formed on said semi-conductor substrate containing the tandem type electrode of the couple formed on the semi-conductor substrate, and the tandem type electrode of this couple.

[Claim 24] In the capacity adjustment approach of the INTADIJITARU capacitor equipped with the insulator layer formed on said semi-conductor substrate containing the tandem type electrode of the couple formed on the semi-conductor substrate, and the tandem type electrode of this couple The capacity adjustment approach characterized by having the 2nd process which disconnects the 1st process which irradiates the laser beam of the 1st wavelength and forms an

aperture in said insulator layer, and the tandem type electrode of said couple exposed through this aperture using the laser beam of the 2nd different wavelength from said 1st wavelength.

[Claim 25] Said capacity adjustment approach is the capacity adjustment approach according to claim 23 or 24 characterized by including the 3rd process which applies a protective coat further so that said aperture may be covered.

[Claim 26] The capacity adjustment approach according to claim 23 or 24 characterized by repeating said 1st and 2nd processes until a desired property is acquired.

[Claim 27] The capacity adjustment approach according to claim 23 or 24 characterized by repeating said 1st and 2nd processes, starting said 1st and 2nd processes from near the location most distant from the signal line linked to the tandem type electrode of said couple, and moving a cutting location in the direction which approaches said signal line gradually until a desired property is acquired.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] If this invention is specified more about devices, such as an oscillator possessing a capacitor, it relates to the INTADIJITARU capacitor used in a high frequency circuit.

[0002]

[Description of the Prior Art] The MIM (Metal Insulator Metal) capacitor, the INTADIJITARU capacitor, etc. are widely used for the capacitor used in the RF circuit which generally treats a high frequency which exceeds 1GHz. These capacitors are incorporated in MMIC (Monolithic Microwave Integrated Circuit). MIM consists of one pair of electrodes formed on the half-insulation GaAs substrate, and a dielectric prepared in inter-electrode. An INTADIJITARU capacitor consists of INTADIJITARU electrode patterns formed on the half-insulation GaAs substrate etc.

[0003] Generally, it is necessary to make capacity of a capacitor so small that a frequency become high. For example, the capacity value which is needed in a 40GHz band becomes a small thing called 30fF(s). The capacitor of such small capacity value becomes small inevitably. For example, in order for the capacity per unit area to realize capacity value of 30fF(s) by the MIM capacity of 0.4 fF/ μm^2 , one side of a square electrode is very as small as 8.7 micrometers. If this dimension is not formed with a sufficient precision, capacity value will shift from 30fF(s). The error of this capacity value has various effects on circuit actuation. For example, when an MIM capacitor is used as a component part of an oscillator, the error of capacity value turns into an error of an oscillation frequency. However, it is difficult for one side of an MIM capacitor to form an electrode pattern 10 micrometers or less with a sufficient precision with a current technique. If it puts in another way, the variation in capacity value is large.

[0004] On the other hand, the INTADIJITARU capacitor fits the activity in the millimeter wave band exceeding 30GHz, and can form a small capacity called dozens fF(s) with a comparatively sufficient precision. the INTADIJITARU

capacitor was formed on semi-conductor substrates, such as silicon and the half-insulation GaAs, -- two go away and it has a form electrode. The electrode finger of each tandem type electrode is arranged by turns.

[0005] The technique of adjusting the capacity of such an INTADIJITARU capacitor is indicated by JP,6-232672,A. This capacity adjustment approach is explained with reference to drawing 1 . In drawing 1 , on [two] substrates, such as silicon and the half-insulation GaAs, it goes away and the form electrodes 10 and 12 are formed. Moreover, electrode **** 14 and 16 for capacity adjustment is formed in the propagation direction of a surface acoustic wave. Adjustment of capacity is possible by connecting electrode **** 14 for capacity adjustment to the tandem type electrodes 10 and 12 by wirebonding 18 and 20.

[0006] Moreover, trimming a tandem type electrode to JP,8-130433,A, and adjusting a frequency to it is indicated. The frequency regulation approach by this trimming is explained with reference to drawing 2 . An oxide film is formed on the tandem type electrode 24 among the tandem type electrodes 22 and 24. Formation of an oxide film uses an anode oxidation method etc. In adjusting capacity, it trims the tandem type electrode 22 with which the oxide film is not formed. In the case of trimming, the metal of the tandem type electrode 22 flies in the air, and adheres on the tandem type electrode 24. However, since the tandem type electrode 24 is covered with the oxide film, it can prevent the short circuit between electrode fingers, and the short circuit between the tandem type electrode 22 and 24.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, no conventional techniques mentioned above can be used in a millimeter wave band 30GHz or more.

[0008] An example of the capacity realized with the INTADIJITARU capacitor used for drawing 3 in a millimeter wave band is shown. For realizing capacity of 0.005pF. About 60 micrometers and the electrode finger length L2 are made to 50 micrometers, and 2 micrometers and the electrode finger total N are made [the tandem type electrode length L1 / an electrode digit W] into 16 for 2

micrometers and the gap G between electrode fingers. In order to adjust a small capacity of such 0.05pF, capacity must be able to be adjusted for example, at 0.005pF step.

[0009] However, although the technique of the disclosure to above-mentioned JP,6-232672,A is suitable for the mass capacitor of 1pF used on the comparatively low frequency of 5GHz or less, it is impossible for adjusting a small capacity of 0.05pF used in a millimeter wave band 30GHz or more with high degree of accuracy (for example, 0.005pF step). It is because the bonding pad for connecting wirebonding 18 and 20 needs 50 micrometers of area of 2 also at the lowest and the capacity of about 0.2pF is parasitic on the part.

[0010] Moreover, a technique given in above-mentioned JP,8-130433,A has a trouble resulting from formation of an oxide film. If a component is around an INTADIJITARU capacitor, in case an oxide film will be formed with anodic oxidation method etc., a component will receive a damage. It is inapplicable to applications, such as MMIC (Monolithic Microwave Integratedcircuit) which needs to approach and needs to arrange components, such as an INTADIJITARU capacitor and FET, especially. After all, a technique given in the above-mentioned official report can be carried out with an INTADIJITARU capacitor simple substance. Moreover, the trouble that capacity will be parasitic is also in the pad formed in order to enforce an anode oxidation method.

[0011] Therefore, this invention solves the trouble of the above-mentioned conventional technique, and it aims at offering the INTADIJITARU capacitor which can adjust capacity with a sufficient precision in a high frequency band dozens of GHz or more, and its capacity adjustment approach.

[0012]

[Means for Solving the Problem] This invention is an INTADIJITARU capacitor characterized by having the tandem type electrode of the couple formed on this with the semi-conductor substrate like according to claim 1, and at least one side of the tandem type electrode of this couple having the section for cutting which can be cut. By having prepared the section for cutting which can be cut, in

adjusting capacity, it cuts this section for cutting. Thereby, a tandem type electrode is divided into plurality. Therefore, capacity adjustment is possible, without using wirebonding and an oxide film, and capacity can be adjusted with a sufficient precision in a high frequency band dozens of GHz or more.

[0013] In an INTADIJITARU capacitor according to claim 1, like, the tandem type electrode of said couple has the bus line according to claim 2 which connects this with an electrode finger, and said section for cutting is characterized by being prepared in one [at least] bus line of the tandem type electrode of said couple. By preparing the section for cutting in a bus line, a tandem type electrode can be divided easily.

[0014] The tandem type electrode of said couple has the bus line according to claim 3 which connects this with an electrode finger, said section for cutting is prepared in one [at least] bus line of the tandem type electrode of said couple, and the width of face of said section for cutting is [in / an INTADIJITARU capacitor according to claim 1 / like] smaller [the section] than other parts of said bus line. Thereby, while being able to divide a tandem type electrode easily using laser trimming etc., the amount of the electrode material which flies at the time of cutting can be controlled, and effect which it has on a perimeter can be lessened.

[0015] The tandem type electrode of said couple has the bus line according to claim 4 which connects this with an electrode finger, said section for cutting is prepared in one [at least] bus line of the tandem type electrode of said couple, and the thickness of said section for cutting is [in / an INTADIJITARU capacitor according to claim 1 / like] smaller [the section] than other parts of said bus line. Thereby, while being able to divide a tandem type electrode easily using laser trimming etc., the amount of the electrode material which flies at the time of cutting can be controlled, and effect which it has on a perimeter can be lessened.

[0016] In the INTADIJITARU capacitor according to claim 1, like, the tandem type electrode of said couple has the bus line according to claim 5 which connects this with an electrode finger, said section for cutting is prepared in one [at least] bus

line of the tandem type electrode of said couple, and the direction where an electrode finger is prolonged is formed towards reverse for said section for cutting. By this, the section for cutting and an electrode finger can be made to be able to estrange with sufficient distance, the amount of the electrode material which flies at the time of cutting can be controlled, and effect which it has on an electrode finger can be lessened.

[0017] In an INTADIJITARU capacitor according to claim 1, like, the tandem type electrode of said couple has the bus line according to claim 6 which connects this with an electrode finger, said section for cutting is prepared in one [at least] bus line of the tandem type electrode of said couple, and said section for cutting is in the location estranged from said semi-conductor substrate. By this, the section for cutting and an electrode finger can be made to be able to estrange with sufficient distance, the amount of the electrode material which flies at the time of cutting can be controlled, and effect which it has on an electrode finger can be lessened.

[0018] The thickness of said section for cutting is [in / an INTADIJITARU capacitor according to claim 6] thinner than said bus line like a publication to claim 7. Thereby, while being able to divide a tandem type electrode easily using laser trimming etc., the amount of the electrode material which flies at the time of cutting can be controlled, and effect which it has on a perimeter can be lessened.

[0019] In the INTADIJITARU capacitor according to claim 6, said section for cutting and said bus line are electrically connected through the beer according to claim 8 which the insulator layer prepared between said sections for cutting and said bus lines, and was prepared in ** and this insulator layer like. It is an example which forms the electrical installation of a tandem type electrode and the section for cutting.

[0020] the INTADIJITARU capacitor of eight given in any 1 term from claim 1 -- setting -- for example, -- being according to claim 9 -- at least one side of the tandem type electrode of said couple is cut in said section for cutting like. The gestalt of the INTADIJITARU capacitor after adjusting capacity is specified.

[0021] In an INTADIJITARU capacitor according to claim 1, said section for cutting is a part according to claim 10 which connects one electrode finger of the tandem type electrode of said couple for every plurality, and connects with a signal line like. It is another example of a configuration of the section for cutting.

[0022] the INTADIJITARU capacitor of eight given in any 1 term from claim 1 -- setting -- for example, -- being according to claim 11 -- like, at least one side of the tandem type electrode of said couple is cut in said section for cutting, and said section for cutting is covered by the insulating protective coat. Thereby, the tandem type electrode of a cutting part can be protected.

[0023] claim 1 thru/or the INTADIJITARU capacitor of 11 given in any 1 term -- setting -- for example, -- being according to claim 12 -- the section for cutting which can be cut is prepared also in another side of the tandem type electrode of said couple like. Compared with only one side going away and a form electrode adjusting capacity, capacity can be adjusted in the large range.

[0024] This invention has the tandem type electrode of the couple formed on this with the semi-conductor substrate like according to claim 13 again, each of this tandem type electrode has the 1st and 2nd electrode sections, and these 1st and 2nd electrode sections are INTADIJITARU capacitors characterized by at least one of the width of face, die length, and spacing of an electrode finger being different. It differs from the degree of the capacity change by disconnecting the 1st electrode section, and the degree of the capacity change by disconnecting the 2nd electrode section. Therefore, the capacity adjustment step from which plurality differs can be formed.

[0025] Said the 1st width of face and spacing of an electrode finger of an electrode section are [in / an INTADIJITARU capacitor according to claim 13] larger than said the 2nd width of face and spacing of an electrode section like a publication to claim 14. Or the die length of the electrode finger of said 1st electrode section is shorter than the die length of said 2nd electrode section like the publication to claim 15.

[0026] In the INTADIJITARU capacitor of 15 given in any 1 term, the signal line is

connected to said 2nd electrode section like a publication at claim 16 from claim 12.

[0027] In the INTADIJITARU capacitor of 15 given in any 1 term, the tandem type electrode of said couple contains the cut part according to claim 17 like from claim 12. It goes away after capacity adjustment and the gestalt of a form electrode is specified.

[0028] In claim 1 thru/or the INTADIJITARU capacitor of 17 given in any 1 term, said INTADIJITARU capacitors are components which constitute the electronic circuitry according to claim 18 currently formed on said semi-conductor substrate like.

[0029] It is the INTADIJITARU capacitor characterized by the thing for which this invention is cut from the tandem type electrode of a couple according to claim 19 connected to the signal line like, and the tandem type electrode of this couple, and is not electrically connected to said signal line again, and which go away at least one and contains a form electrode. It is the claim which specifies the gestalt of the INTADIJITARU capacitor after capacity adjustment. That cut and carry out from the tandem type electrode connected to the signal line, and the form electrode exists shows the INTADIJITARU capacitor which carried out capacity adjustment of this invention.

[0030] an INTADIJITARU capacitor according to claim 19 -- setting -- for example, -- being according to claim 20 -- like, at least one goes away and the form electrode is located in said direction in which the electrode finger of the tandem type electrode of said couple is located in a line. It is shown clearly that it is a capacitor for capacity adjustment to have cut and carried out, and to arrange as [whose a form electrode is the above] an activity is not presented.

[0031] This invention contains the semiconductor device characterized by including the INTADIJITARU capacitor of 19 given in any 1 term and the circuit element formed in said semi-conductor substrate according to claim 21 from claim 1 like again.

[0032] This invention contains the communication device characterized by

providing the circuit according to claim 22 using the INTADIJITARU capacitor of 19 given in any 1 term, and the circuit which processes a sending signal or an input signal using the output signal of this circuit from claim 1 like again.

[0033] Furthermore, this invention is set to the capacity adjustment approach of the INTADIJITARU capacitor equipped with the insulator layer formed on said semi-conductor substrate containing the tandem type electrode of the couple formed on the semi-conductor substrate like according to claim 23, and the tandem type electrode of this couple. It is the capacity adjustment approach characterized by having the 1st process which forms an aperture in said insulator layer, and the 2nd process which cuts the bus line of the tandem type electrode of said couple exposed through this aperture. It can write performing processing which forms an aperture in an insulating layer, and processing which cuts a bus line at a separate process, ***** and cutting can be performed on the respectively optimal conditions, and the effect which it has on a perimeter can be mitigated.

[0034] In the capacity adjustment approach of an INTADIJITARU capacitor that this invention was equipped with the insulator layer formed on said semi-conductor substrate containing the tandem type electrode of the couple formed on the semi-conductor substrate like according to claim 24, and the tandem type electrode of this couple again It is the capacity adjustment approach characterized by having the 2nd process which disconnects the 1st process which irradiates the laser beam of the 1st wavelength and forms an aperture in said insulator layer, and the tandem type electrode of said couple exposed through this aperture using the laser beam of the 2nd wavelength from which said 1st wavelength differs. It can write performing processing which forms an aperture in an insulating layer, and processing which cuts a bus line at a separate process, ***** and cutting can be performed on the respectively optimal conditions, and the effect which it has on a perimeter can be mitigated.

[0035] In the capacity adjustment approach according to claim 23 or 24, said capacity adjustment approach includes the 3rd process according to claim 25

which applies a protective coat further so that said aperture may be covered like.
[0036] In the capacity adjustment approach according to claim 23 or 24, said 1st and 2nd processes are repeated until a desired property is acquired by claim 26 like a publication.

[0037] In the capacity adjustment approach according to claim 23 or 24, said 1st and 2nd processes are started from near the location which is [like] most distant from the signal line according to claim 27 linked to the tandem type electrode of said couple, and moving a cutting location in the direction which approaches said signal line gradually, said 1st and 2nd processes are repeated until a desired property is acquired.

[0038]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to an accompanying drawing.

[0039] Drawing 4 is drawing showing the 1st operation gestalt of this invention, this drawing (A) is a top view of the INTADIJITARU capacitor in front of frequency regulation, and this drawing (B) is a top view of the INTADIJITARU capacitor after frequency regulation.

[0040] The INTADIJITARU capacitor to illustrate has the tandem type electrodes 30 and 33 of a couple. The tandem type electrode 30 is arranged with a bus line (it is also called a bus bar) 31 at regular intervals, and has the electrode finger 32 prolonged in an one direction from now on. A bus line 31 connects the electrode finger 32. Similarly, the tandem type electrode 33 has the electrode finger 35 which is arranged with a bus line 34 at regular intervals, and is prolonged in an one direction from a bus line 34. A bus line 34 connects the electrode finger 35. The electrode fingers 32 and 35 are arranged by turns. Signal lines 38 and 39 are connected to bus lines 31 and 34, respectively. The tandem type electrodes 30 and 33 are formed on semi-conductor substrates, such as silicon and GaAs of half-insulation. The space of drawing is equivalent to the electrode forming face of a semi-conductor substrate. An INTADIJITARU capacitor is a semiconductor device. Adjustment of capacity is performed by the thing which is the tandem

type electrode 30 and for which it solves bus-line 31 and the bus line 34 of the form electrode 33 is cut in the cutting locations 36 and 37. Cutting is performed by irradiating laser etc. in the cutting locations 36 and 37. By this laser trimming processing, as shown in drawing 4 (B), the tandem type electrode 30 is divided into 301 and 302, and the tandem type electrode 33 is divided into 331 and 332. By cutting, the capacity of an INTADIJITARU capacitor becomes small by that by which a part of electrode finger is removed from the tandem type electrodes 30 and 33 (the electrode finger total N decreases). For example, cutting processing is performed at the time of the trial of the semiconductor device with which the INTADIJITARU capacitor is formed. The repeat tandem type electrodes 30 and 33 are trimmed until required weighted solidity is acquired carrying out the monitor of the weighted solidity (for example, capacity value) of an INTADIJITARU capacitor, and the weighted solidity of the circuit containing this capacitor at the time of a trial. The weighted solidity of the circuit containing an INTADIJITARU capacitor is an oscillation frequency value, for example, when this capacitor is used as a component part of an oscillator. Moreover, when used as one component part of an amplifying circuit, the monitor of the output power is carried out.

[0041] If it assumes that the INTADIJITARU capacitor of drawing 4 (A) has the parameter value of said drawing 3 now, capacity value will decrease from 0.05pF to 0.04pF by reducing three electrode fingers, as shown in drawing 4 (B).

[0042] Thus, according to the 1st operation gestalt, the capacity value needed in a millimeter wave band can be adjusted in a high precision (for example, 0.005pF). Since wirebonding is not used in order to adjust capacity, the problem of parasitic capacitance is not produced like before. Moreover, since an oxide film is not used, a damage is not given to a surrounding component in case an oxide film is formed like before.

[0043] In addition, although both tandem type electrodes 30 and 33 were trimmed in the above-mentioned explanation, it is possible to trim either and to reduce an electrode total. Moreover, although the cutting locations 36 and 37 are

located in the location which faces each other, you may cut in a location which is different with the tandem type electrodes 30 and 33. For example, the cutting location 36 can be moved downward to a slight degree on a drawing, and two electrode fingers can also be removed from the tandem type electrode 30.

Moreover, since it is adjustment of the capacity by cutting, adjustment of capacity is only a direction which decrease in number. Therefore, it is desirable to prepare the INTADIJITARU capacitor which forms a beforehand bigger capacity than target capacity value.

[0044] Moreover, it cuts and carries out, and it does not connect with signal lines 38 and 39 electrically, and a form electrode section is not incorporated in a surrounding circuit. That is, it is cut from the tandem type electrodes 301 and 331 of a couple connected to signal lines 38 and 39, and the tandem type electrode of a couple, and connects with signal lines 38 and 39 electrically, and the INTADIJITARU capacitor after capacity adjustment is twisted, goes away at least one, and contains the form electrodes 302 and 332. And it cuts and carries out and the form electrodes 302 and 332 are located in the direction in which the electrode finger of the tandem type electrode tandem type electrodes 301 and 331 is arranged by turns.

[0045] (The 2nd operation gestalt) Drawing 5 is the top view of the INTADIJITARU capacitor by the 2nd operation gestalt of this invention. It is characterized by forming on a semi-conductor substrate, carrying out, making thinner than other parts the parts 42 and 43 on the bus line of the form electrodes 40 and 41 which can be cut, and enabling cutting of them with weak laser energy. Other parts are different gestalten and the bus-line parts 42 and 43 with this thin width of face define this as the section for cutting. Moreover, the amount of the metal which flies at the time of cutting can be reduced by making it thin. Although the parts 42 and 43 to illustrate and which can be cut are formed in the location which faces each other, it is not limited to this. The parts 42 and 43 which can be cut may be formed only in either of the tandem type electrodes 40 and 41. Moreover, two or more cutting parts may be established in each of the tandem

type electrodes 40 and 41. Thereby, the variable-capacity range can be enlarged.

[0046] (The 3rd operation gestalt) Drawing 6 is the top view of the INTADIJITARU capacitor by the 3rd operation gestalt of this invention. Please form on a semi-conductor substrate, it carries out, and the form electrodes 46 and 47 have the horseshoe-shaped (the shape of an abbreviation C character) bus-line parts 48 and 49, respectively. It becomes the section for cutting which can cut these bus-line parts 48 and 49. The horseshoe-shaped bus-line parts 48 and 49 are located towards reverse with the direction where an electrode finger is prolonged. The electrode finger is not formed in the horseshoe-shaped bus-line parts 48 and 49. This part is a part only for trimmings. The tandem type electrodes 46 and 47 are carried out 2 ****s, respectively by cutting the horseshoe-shaped bus-line parts 48 and 49 by laser. Since the cutting locations 36 and 37 are located in the location distant from the electrode finger which forms capacity, an electrode finger cannot be easily influenced of [at the time of cutting].

[0047] Like the 2nd operation gestalt, the width of face of the horseshoe-shaped bus-line parts 48 and 49 may be formed narrowly. Moreover, said 2nd operation gestalt may be combined with the 3rd operation gestalt. In this case, the bus line of the tandem type electrodes 46 and 47 is equipped with a bus-line part with narrow width of face in addition to the horseshoe-shaped pass line part 48 and 49, respectively.

[0048] (The 4th operation gestalt) The top view of the INTADIJITARU capacitor according [drawing 7 (A)] to the 4th operation gestalt of this invention and drawing 7 (B) are the VIIB-VIIB line sectional views of this drawing (A). Please form on a semi-conductor substrate, it carries out, and the bus line 54 of the form electrode 52 is equipped with the cutting section 56. Similarly, please form on a semi-conductor substrate, it carries out, and the bus line 55 of the form electrode 53 is equipped with the cutting section 57. The cutting section 56 and the cutting section 57 are the sections for cutting, and are the same configuration. Drawing 7 (B) is the sectional view of the cutting section 56. The bus line 54 formed on the

semi-conductor substrate 61 has broken off on the way. The insulator layer 62 is formed in the part which the edge of a bus line 54 counters. This insulator layer 62 is a wrap about the whole surface of the semi-conductor substrate 61 again. Beer 59 and 60 is formed in the insulator layer 62. It fills up with the same ingredient as the tandem type electrodes 52 and 53 in the beer hall where beer 59 and 60 was formed in the insulator layer 62. On the insulator layer 62, the upper wiring 58 which connects beer 59 and 60 is formed. The location estranged from the semi-conductor substrate 61 has the upper wiring 58. The upper wiring 58 has the same width of face as a bus line 54, or width of face narrower than a bus line 54. Moreover, although a configuration with the same thickness as a bus line 54 may be used for the upper wiring 58, you may be a configuration with different thickness. If the upper wiring 58 is formed thinly or/and thinly rather than a bus line 54, it will be easy to trim with laser. The bus line 54 has connected electrically the bus line 54 currently divided. Thus, the bus line 54 has multilayer-interconnection structure. The capacity of an INTADIJITARU capacitor can be adjusted by cutting the upper wiring 58 by laser etc.

[0049] Thus, it can prevent the metal piece at the time of cutting flying to an electrode finger, and worsening a property and dependability by being able to punish the bus line of the part to cut in the layer above the layer which forms an electrode finger, and using it as it. Furthermore, the effectiveness of becoming easy to cut the upper wiring 58 while the above-mentioned effectiveness becomes much more remarkable by/and forming thinly thinly is also acquired.

[0050] Although the cutting sections 56 and 57 are formed in the location which faces each other, it is not limited to this arrangement. Moreover, you may combine with the 2nd and/or 3rd operation gestalt if needed.

[0051] (The 5th operation gestalt) Drawing 8 (A) is the top view of the INTADIJITARU capacitor by the 5th operation gestalt of this invention. Moreover, drawing 8 (B) is the top view of another INTADIJITARU capacitor by the 5th operation gestalt of this invention. The INTADIJITARU capacitor by the 5th

operation gestalt has a semi-conductor substrate and the tandem type electrode of the couple formed on this, each of this tandem type electrode has the 1st and 2nd electrode sections, and, as for these 1st and 2nd electrode sections, at least one of the width of face, die length, and spacing of an electrode finger is different.

[0052] Please form the INTADIJITARU capacitor shown in drawing 8 (A) on a semi-conductor substrate, it is carried out, and has the form electrodes 64 and 65. The tandem type electrode 64 has the 1st electrode section 64a and 2nd electrode section 64b from which an electrode digit W and the gap G between electrode fingers differ. 1st electrode section 64a has the electrode finger 66, and 2nd electrode section 64b has the electrode finger 68. The electrode finger 66 has width of face wider than the electrode finger 68, and its gap G between electrode fingers is larger than the electrode finger 68. 2nd electrode section 64b has comparatively dense width of face and spacing of an electrode finger to 1st electrode section 64a being [the width of face and spacing of an electrode finger] a non-dense comparatively. Similarly, the tandem type electrode 65 has the 1st electrode section 65a and 2nd electrode section 65b from which an electrode digit W and the gap G between electrode fingers differ. 1st electrode section 65a has the electrode finger 67, and 2nd electrode section 65b has the electrode finger 69. The electrode finger 67 has width of face wider than the electrode finger 69, and its gap G between electrode fingers is larger than the electrode finger 69. 2nd electrode section 65b has comparatively dense width of face and spacing of an electrode finger to 1st electrode section 65a being [the width of face and spacing of an electrode finger] a non-dense comparatively.

[0053] Let a cutting location be the 1st electrode section 64a and 65a. As mentioned above, since the width of face and spacing of an electrode finger are a non-dense comparatively, the capacity of the 1st electrode section 64a and 65a which this part forms is comparatively small. Therefore, change of the capacity obtained by cutting the location of the arbitration in the boundary parts 36 and 37 of the 1st electrode section 64a and 65a and the 2nd electrode section 64b and 65b or the 1st electrode section 64a, and 65a is small. That is, the adjustment

step of capacity can be more finely set up by having formed the 1st electrode section 64a and 65a, and it becomes possible to tune capacity finely.

[0054] The INTADIJITARU capacitor shown in drawing 8 (B) is also equipped with the part which can tune capacity finely. The INTADIJITARU capacitor shown in drawing 8 (B) has the tandem type electrodes 70 and 71. The tandem type electrode 70 has 1st electrode section 70a and 2nd electrode section 70b. 1st electrode section 70a has the electrode finger 72, and 2nd electrode section 70b has the electrode finger 74. The die length of the electrode finger 72 is shorter than the electrode finger 74. Capacity will become small if the die length of an electrode finger becomes short. Therefore, change of the capacity obtained by cutting the location of the arbitration in the boundary parts 36 and 37 of the 1st electrode section 70a and 70b or the 1st electrode section 70a, and 70a is small. That is, the adjustment step of capacity can be more finely set up by having formed the 1st electrode section 70a and 70a, and it becomes possible to tune capacity finely. Moreover, two different capacity adjustment steps for cutting then are [both 1st and 2nd electrode sections] realizable.

[0055] In addition, in drawing 8 (A) and (B), the same configuration as the 1st electrode section of the above may be added to the 1st electrode section, and may be prepared in the opposite hand of the 2nd electrode section of the above. Thereby, the capacitor range which can be adjusted can be set up greatly. Moreover, three or more different tandem type electrodes may be formed.

[0056] (The 6th operation gestalt) Drawing 9 is the top view of the INTADIJITARU capacitor by the 6th operation gestalt of this invention. In addition, the same reference number is given to the same thing as the component shown in drawing 4 among drawing. This operation gestalt has the description in having defined the cutting sequence of an INTADIJITARU capacitor. Cutting sequence is separated sequentially from a point far from signal lines 38 and 39, goes, and acquires desired capacity value. In drawing 9, cutting of a page is performed once in the cutting locations 361 and 371, and a two-times eye is cut in the cutting locations 362 and 372. Thereby, desired capacity value can be acquired

certainly.

[0057] (The 7th operation gestalt) The top view of the INTADIJITARU capacitor according [drawing 10 (A)] to the 7th operation gestalt of this invention and its circumference circuit and drawing 10 (B) are the circuit diagrams showing an example of the application of the INTADIJITARU capacitor shown in drawing 10 (A).

[0058] First, the signal line 75 is connected to the drain terminal of a field effect transistor (FET) 77 in 10 (B). In order to tune output adjustment of FET77 finely, the shunt capacity 79 is connected to the signal line 75. The INTADIJITARU capacitor of this invention realizes this shunt capacity 79. As shown in drawing 10 (A), two INTADIJITARU capacitors (the same reference number 79 is given hereafter) which form the shunt capacity 79 go away, it has a form electrode, one side is connected to a gland 76, and two another side is connected at a time to the signal line 75. The amount of [which connect two electrode fingers and are connected to a signal line 75 / 74a, 74b, and 74c] connection is the location which can be cut, i.e., the section for cutting. Drawing 10 (A) shows being cut in two connections 74a and 74b. Thus, when it goes away one side and the electrode finger of a form electrode is connected to the gland 76 in common, capacity can be adjusted by cutting only a part for a connection with the signal line 75 of the tandem type electrode of another side.

[0059] (The 8th operation gestalt) Drawing 11 is drawing showing the 8th operation gestalt of this invention, and is an example of the capacity adjustment approach. The top view of the INTADIJITARU capacitor according [drawing 11 (A)] to the 8th operation gestalt and this drawing (B) are sectional views. The tandem type electrode 81 of a couple is formed on the semi-conductor substrates 80, such as silicon and the half-insulation GaAs. The insulator layer 82 on which the front face of the semi-conductor substrate 80 functions between layers or as a protective coat is formed. There are aluminum, gold, copper, etc. as an ingredient of the tandem type electrode 81 of a couple. There are polyimide, silicon oxide (SiO_2), etc. as an insulator layer. These ingredients are usable

similarly with other operation gestalten.

[0060] For example, the tandem type electrode 81 of a couple is formed with aluminum, and when an insulating layer 82 is polyimide, capacity is adjusted as follows. As shown in drawing 11 (C) and (D), a laser beam (black arrow head) with a wavelength of 355nm is irradiated in the cutting locations (section for cutting) 36 and 37 of an insulator layer 82. Two apertures 83 are formed in an insulator layer of this exposure, and the bus line of the cutting locations 36 and 37 is exposed through an aperture 83. Next, as shown in drawing 11 (E) and (F), a laser beam with a wavelength of 532nm is irradiated and two bus lines of aluminum are cut. A reference number 84 shows the cut bus-line part. Thus, the laser beam of wavelength suitable for the ingredient to trim is used. Moreover, it adjusts according to the thickness of the ingredient which trims the exposure energy of a laser beam. In addition, since the laser system which can irradiate the laser beam of the microscope for deciding an exposure location to be accuracy and two or more wavelength is marketed, trimming in the above-mentioned procedure is easy. Moreover, carrying out the monitor of the property of IC, for example, the frequency of an oscillator and the output power of amplifier, the above-mentioned trimming is repeated until a desired property is acquired.

[0061] In addition, the process which forms an aperture 83 in an insulator layer 82 is not limited to laser radiation. For example, if the aperture 83 is formed in the insulator layer 82 by etching using the mask of a wafer process process, the formation process of the aperture 83 by laser radiation can be skipped.

[0062] Moreover, as shown in drawing 12, the tandem type electrode 81 of a couple can be protected by applying to the bus-line part 84 from which the protective coat 85 was cut after cutting locally. Protective coats 85 are polyimide, silicon oxide, etc.

[0063] (The 9th operation gestalt) Drawing 13 is drawing showing the millimeter wave band oscillator circuit by the 9th operation gestalt of this invention. The oscillator circuit to illustrate has the resistance R connected to the resonance

circuit containing variable capacitor C and a stripline 86, the capacitors C1 and C2 of 87 or 2 transistors, and the power-source line 88. These circuits are formed on the same semi-conductor substrate, for example. Capacitors C1 and C2 make a capacitive component rate, and are set as capacity value as shows negative resistance on a desired frequency with combination with a transistor 87. Variable capacitor C consists of INTADIJITARU capacitors of this invention. Resonance frequency can be adjusted by adjusting the capacity value of variable capacitor C.

[0064] (The 10th operation gestalt) Drawing 14 is drawing showing the configuration of the communication device by the 10th operation gestalt of this invention. A transmission rate shows the example of optical-communication equipment 10Gbps or more, and, as for drawing 1010 (A), this drawing (B) shows the example of a millimeter wave wireless sending set.

[0065] The optical-communication equipment shown in drawing 14 (A) has the photodetection diode 102 connected to the optical fiber 101, pre amplifier 103, the clock extract IC 104, and an oscillator 105. This oscillator 105 is an oscillator which uses the INTADIJITARU capacitor of this invention, for example, is shown in drawing 13 . The lightwave signal received from the optical fiber 101 is changed into an electrical signal with the photodetection photodiode 102, and is amplified by pre amplifier 103. The clock extract IC 104 extracts a clock from the output of pre amplifier 103 synchronizing with the oscillation frequency of an oscillator 105.

[0066] In drawing 14 (B), the IF signal supplied from the internal circuitry which is not illustrated is processed by the IF digital disposal circuit 115, and it is sent to the rise convert mixer 113. A mixer 113 superimposes the oscillation signal which the oscillator 114 (for example, oscillator shown in drawing 13) which used the INTADIJITARU capacitor of this invention outputs on an IF signal. The signal changed into the high frequency is transmitted from the antenna 111 amplified with the transmitting amplifier 112.

[0067] In the above, the gestalt of operation of this invention was explained. The gestalt of the above-mentioned implementation may be combined with arbitration.

Moreover, this invention is not limited to the gestalt of the above-mentioned implementation, and includes the gestalt of other various operations.

Furthermore, although this invention enables adjustment of a detailed capacity in a millimeter wave band 30GHz or more especially, it can be used even in the microwave band which is less than 30GHz, or other frequency bands.

[0068] In addition, the semiconductor device which adjusted capacity as mentioned above is incorporated in the circuit, and please be not, cut, it is used as the tandem type electrode section which forms capacity, and both form electrode sections are contained. Moreover, if capacity is not adjusted, the tandem type electrode which is not disconnected is incorporated in the circuit as it is. The cut part is verifiable under a microscope etc.

[0069]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, the INTADIJITARU capacitor which can adjust capacity with a sufficient precision in a high frequency band dozens of GHz or more, and its capacity adjustment approach can be offered.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing for explaining the conventional capacity adjustment technique.

[Drawing 2] It is drawing for explaining another conventional capacity adjustment technique.

[Drawing 3] It is drawing for explaining the INTADIJITARU capacitor which realizes minute capacity needed in a millimeter wave band.

[Drawing 4] It is the top view of the INTADIJITARU capacitor by the 1st operation gestalt of this invention, and (B) is shown after (A) and capacity adjustment before capacity adjustment.

[Drawing 5] It is the top view of the INTADIJITARU capacitor by the 2nd operation gestalt of this invention.

[Drawing 6] It is the top view of the INTADIJITARU capacitor by the 3rd operation gestalt of this invention.

[Drawing 7] It is the top view (A) and VIIB-VIIB line sectional view (B) of an INTADIJITARU capacitor by the 4th operation gestalt of this invention.

[Drawing 8] It is the top view (B) of the INTADIJITARU capacitor which has the top view (A) and another configuration of the INTADIJITARU capacitor by the 5th operation gestalt of this invention.

[Drawing 9] It is the top view of the INTADIJITARU capacitor by the 6th operation gestalt of this invention.

[Drawing 10] They are the top view (A) of the INTADIJITARU capacitor by the 7th operation gestalt of this invention, and an oscillator circuit (B) using this.

[Drawing 11] It is drawing showing the INTADIJITARU capacitor by the 8th operation gestalt of this invention.

[Drawing 12] It is the top view (A) and sectional view (B) of an INTADIJITARU capacitor by the 8th operation gestalt of this invention.

[Drawing 13] It is the circuit diagram of the millimeter wave oscillator circuit by the 9th operation gestalt of this invention.

[Drawing 14] It is the block diagram showing the configuration of the

communication device by the 10th operation gestalt of this invention.

[Description of Notations]

10 12 Tandem type electrode

14 16 Electrode ****

20, 22, 24 Tandem type electrode

30 Tandem Type Electrode

31 Bus Line

32 Electrode Finger

33 Tandem Type Electrode

34 Bus Line

35 Electrode Finger

36 37 Cutting location (boundary part)

38 39 Signal line

40 41 Tandem type electrode

46 47 Tandem type electrode

48 49 Bus-line part

52 53 Tandem type electrode

54 55 Bus line

56 57 Cutting section

58 The Upper Wiring

59 60 Beer

61 Semi-conductor Substrate

62 Insulator Layer

64 Tandem Type Electrode

64a The 1st electrode section

64b The 2nd electrode section

65 Tandem Type Electrode

65a The 1st electrode section

65b The 2nd electrode section

66, 67, 68, 69 Electrode finger

70 Tandem Type Electrode
70a The 1st electrode section
70b The 2nd electrode section
71 Tandem Type Electrode
72 Electrode Finger
74a, 74b, 74c A part for a connection
75 Signal Line
76 Gland
77 Field Effect Transistor (FET)
79 Shunt Capacity
80 Semi-conductor Substrate
81 Tandem Type Electrode
82 Insulator Layer
83 Aperture
84 Bus-Line Part
85 Protective Coat
86 Stripline
87 Transistor
88 Power-Source Line

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

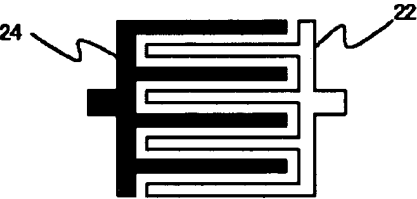
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

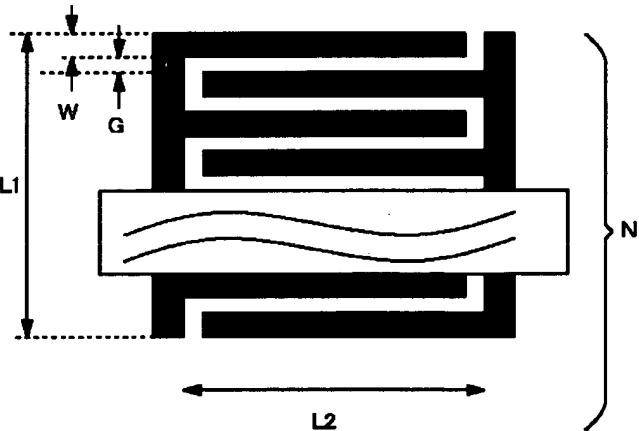
[Drawing 1]



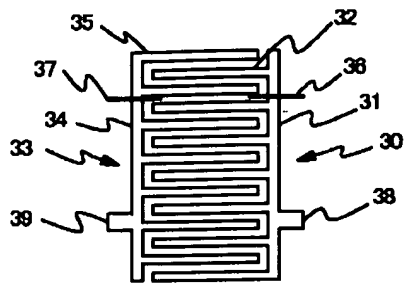
[Drawing 2]



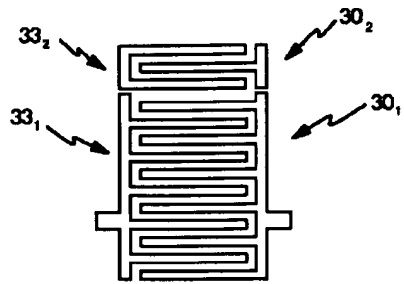
[Drawing 3]



[Drawing 4]

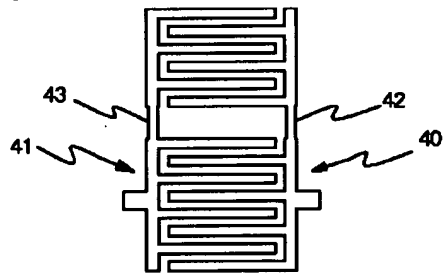


(A)

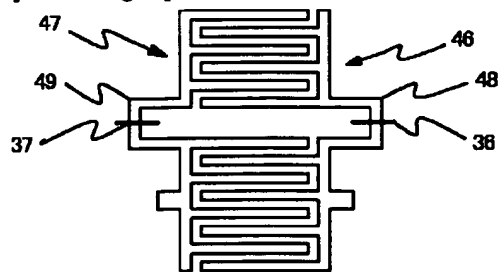


(B)

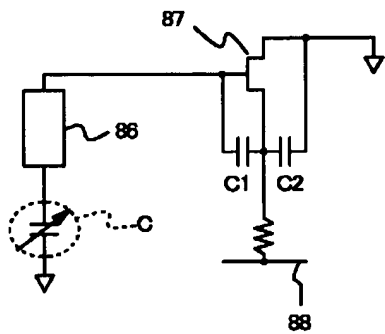
[Drawing 5]



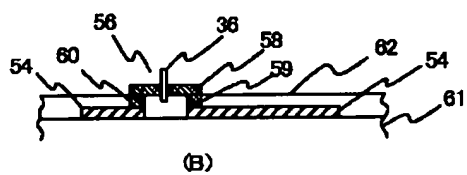
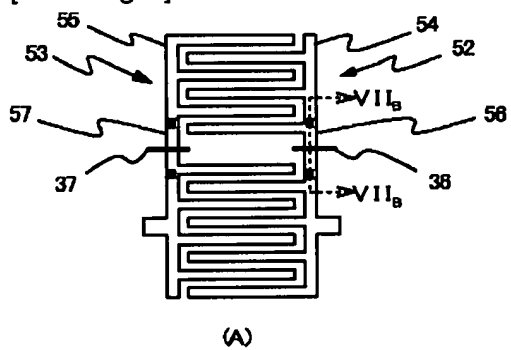
[Drawing 6]



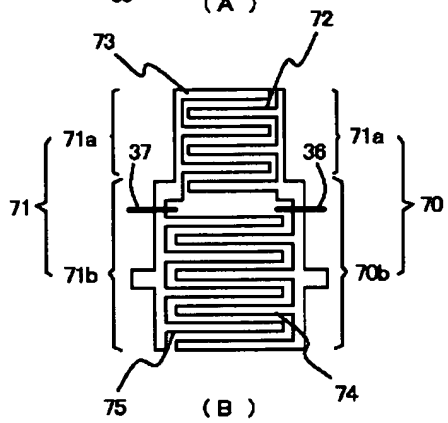
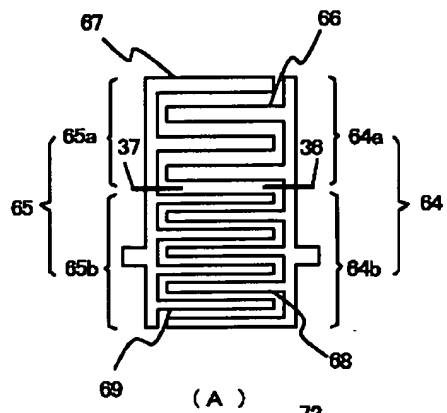
[Drawing 13]



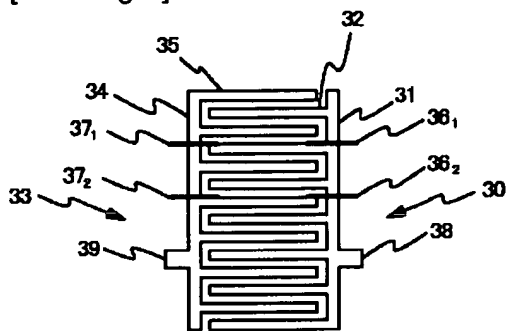
[Drawing 7]



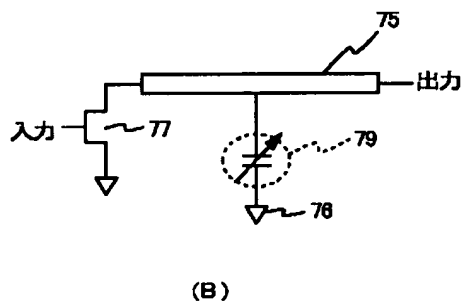
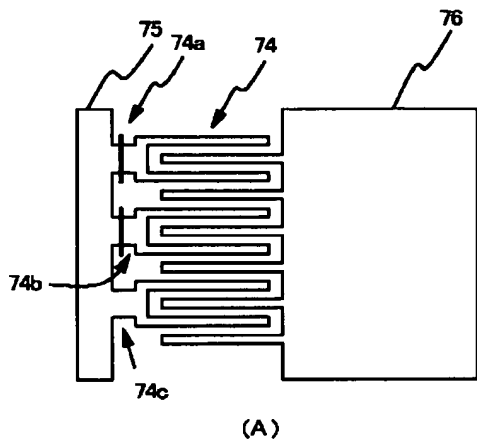
[Drawing 8]



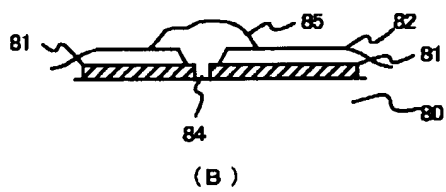
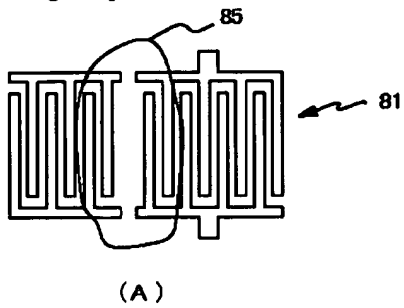
[Drawing 9]



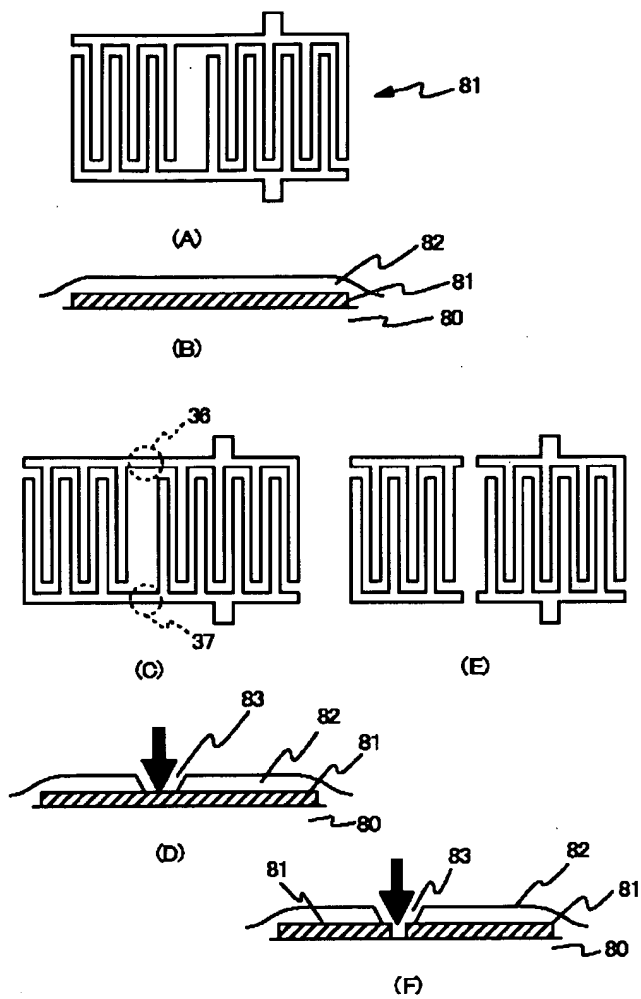
[Drawing 10]



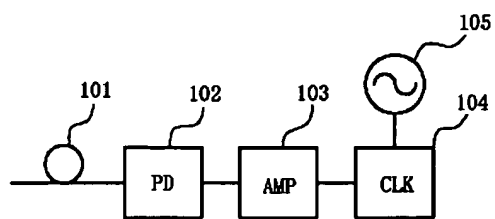
[Drawing 12]



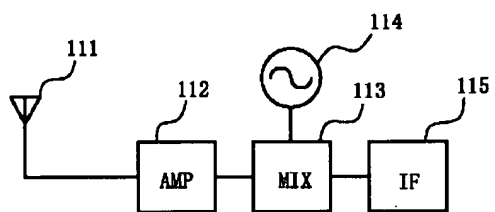
[Drawing 11]



[Drawing 14]



(A)



(B)

[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.